Ueber die Nicht-Identität

von

Knorpel-, Knochen- und Bindegewebe.

Ein Beitrag zur Kritik

der

Cellularpathologie von R. Virchow.

Von

F. W. Beneke.

(Mit 3 Tafeln Abbildungen.)

(*Abdruck aus dem Archiv f. wissenschaftl. Heilkunde Band IV. Heft* 3.)

Göttingen,

Vandenhoeck & Ruprecht's Verlag.

1859.

Bereits im Jahre 1851 stellte Virchow die Lehre von der „Identität von Knochen-, Knorpel- u. Bindegewebs-Körperchen“ auf. In den „Verhandlungen der physikal.-medicin. Gesellsch. in Würzburg. Bd. II. p. 156“ lautet der darauf bezügliche Fundamentalsatz: „Knochen-, Knorpel- und Bindegewebe bestehen in gleichartiger Weise aus Zellen und Intercellularsubstanz, von denen die ersteren rund, oval, linsenförmig, geschwänzt, verästelt und anastomosirend erscheinen, die letztere hyalin, körnig, streifig und faserig sein kann, und von denen die ersteren beim Kochen resistiren, die letztere zuerst homogen, dann aufgelöst wird.“ —

Welche weitere Ausdehnung diese Lehre im Laufe der verflossenen Jahre erfahren und zu welch' bedeutenden Consequenzen sie geführt hat, ist uns klar und bündig in der vor Kurzem erschienenen „Cellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und „pathologische Gewebelehre, Berlin 1858“ dargelegt. Die Lehre erreicht ihren Culminationspunkt in den auf pag. 355 des Werkes niedergelegten folgenden Worten: „Von dem Augenblicke an, wo ich behaupten konnte, dass es fast keinen Theil des Körpers giebt, welcher nicht zellige Elemente besitzt, wo ich zeigen konnte, dass die Knochenkörperchen wirkliche Zellen sind, dass das Bindege-

webe an verschiedenen Orten eine bald grössere, bald geringere Zahl wirklich zelliger Elemente führe, da waren auch Keime gegeben für eine mögliche Entwicklung neuer Gewebe. In der That hat es sich, jemehr die Zahl der Beobachter wuchs, immer allgemeiner herausgestellt, dass die übergrosse Masse der Neubildungen, welche im Körper entstehen, aus dem Bindegewebe und seinen Aequivalenten hervorgeht. Ausgenommen davon sind verhältnissmässig wenige pathologische Neubildungen, welche einerseits den Epithelformationen angehören, andrerseits mit den höher organisirten Geweben thierischer Art, z. B. den Gefässen zusammenhängen. Man kann daher mit geringen Einschränkungen in der That an die Stelle des früheren Blastem's und späteren Exsudates, der ursprünglich plastischen Lymphe der Alten das Bindegewebe mit seinen Aequivalenten, als den gemeinschaftlichen Keimstock des Körpers setzen und von ihm aus die eigentliche Entwicklung der späteren Theile ableiten."

Angesichts dieser weitgreifenden Consequenz durfte man gewiss erwarten, dass die anatomische Basis, auf welcher sie ruht, eine unzweifelhaft und fest begründete sei. Durch die Sicherheit und Klarheit, mit welcher Virchow die ganze Lehre der Cellularpathologie vorträgt, wird diese Erwartung nur noch gesteigert. Man glaubt in der That, es könne nur so und nicht anders sein, und wenn bekannte und anerkannte Beobachter in grossen und kleinen Schriften die Virchow'sche Lehre vertreten, wenn sich in Zeitschriften eine bestätigende Beobachtung an die andre reiht, so wird man nur zu natürlich jeder entgegenstehenden Ansicht, und insonderheit der eigenen, nicht anders als mit dem grössten Zweifel entgegentreten. Aber dennoch, die anfangs sehr vereinzelten Dissense mehren sich; Henle hat meines Wissens nicht, wie Kölliker auf Grund der Aeby'schen Arbeit annimmt, den Widerspruch gegen die wesentlichsten Punkte der Virchow'schen Lehre aufgegeben *); der Zweifel regt sich bei fortgesetzten Untersuchungen wieder und wieder; und wenn selbst Anhänger Virchow's, wie Kölliker, in einzelnen sehr wesentlichen Punkten von ihm abweichen (s. u.), so dürfen wir nur um so sicherer sagen, dass wir uns noch immer auf dem Gebiete der Discussion, statt auf dem der errungenen Wahrheit befinden.

Das Schwierige dieser Sachlage ist mir nie fühlbarer gewesen, als bei Vorträgen über allgemeine pathologische Anatomie, welche ich in den beiden verflossenen Wintersemestern zu halten unter-

*) Vgl. Kölliker Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 3. Aufl. 1859. pag. 60.

nahm; denn die Bindegewebsfrage bildet in dieser eine Kernfrage. Mit um so grösserem Ernste habe ich dieselbe von Neuem durchzuarbeiten gesucht, und zu welchem wesentlichen Endresultate ich dabei gelangte, liegt in der Ueberschrift dieser Mittheilung ausgesprochen. — Ich hege eine zu grosse Achtung vor Virchow's Leistungen, als dass ich nicht längere Zeit mit dieser Publication zurückgehalten und die Gegenstände immer von Neuem geprüft hätte; der beste Beweis einer histologischen Wahrheit liegt für mich aber darin, dass man jeden Augenblick im Stande ist, den in Frage stehenden Gegenstand in für Jeden anschaulicher Weise darzulegen, und wenn ich für meine Sätze diese Beweisführung übernehme, für diejenigen Virchow's aber trotz strenger Befolgung seiner Vorschriften eine solche nicht erringen konnte, so stehe ich auch nicht länger an, meine Ansichten der Oeffentlichkeit zu übergeben und dieselben mit derjenigen Sicherheit auszusprechen, welche man überhaupt bei mikroskopischen Untersuchungen gewinnen kann. —

Die historische Entwicklung unserer so vielseitig bearbeiteten Frage muss ich hier unberührt lassen; ich beschränke mich vielmehr auf die Darlegung des Entwicklungsganges meiner eigenen Ansichten. — Mannigfach bin ich nur im Stande, die bereits von andrer Seite mitgetheilten Ansichten zu bestätigen; in mancher Beziehung weiche ich aber auch ab und habe von der Zukunft das Urtheil über diese abweichenden Ansehauungen zu erwarten. —

Es war wohl wesentlich die Schwierigkeit der Beurtheilung des mikroskopischen Bildes fertigen Bindegewebes, welche zu so vielen Differenzen in Betreff seiner Structur führte. Was der Eine für Fasern hielt, war dem Andern eine Falte; was Jenem eine Zellwand zu sein schien, galt diesem als Contour einer Höhlung in einer mehr oder weniger festen Grundsubstanz. — Darin liegt aber scheinbar auch der grösste Fehler des bisherigen Untersuchungsganges, dass man sich nicht sowohl an die werdenden, als an die fertigen Gewebe hielt, dass man die genetische Methode vernachlässigte, und es lautet fast wunderbar, wenn Kölliker nach fast 20jähriger Dauer des Streites noch schreibt: „Auf jeden Fall wäre es nun aber an der Zeit, dass diejenigen, die immer von dem Bindegewebe als Intercellularsubstanz reden, sich einmal die Mühe nehmen möchten, meine Angaben bei Embryonen zu prüfen" (l. c. pag. 81.). —

Auch Virchow hat, seiner ersten oben erwähnten Mittheilung in den „Würzburger Verhandlungen" zufolge, die genetische Untersuchungsmethode nicht eingeschlagen. Er hielt sich an die fertigen Gewebe, und basirt seine ganze Lehre wesentlich darauf, dass man aus den drei genannten Geweben durch Kochen (resp. durch Behandlung mit concentrirter Salzsäure) wirkliche Zellen zu isoliren

vermöge, indem sich die Grund- (Intercellular-) Substanz „von den Zellen trenne.“ „Man gelangt“, wie er a. a. O. pag. 154 sagt, „sofort an den Kern der Frage von der Natur der Bindesubstanz, wenn man die Gewebe eine kurze Zeit lang kocht.“ Sind denn aber, — ganz abgesehen hier davon, wie oft es gelingt, diese Isolirungen auszuführen —, sind, sage ich, jene isolirten Körperchen, wie sie Virchow pag. 40. Fig. 20 der Cellularpathologie abbildet, auch wirkliche Zellen? Wo liegt der Beweis dafür? Eine Zelle im Schwann'schen Sinne besteht, wie immer sie auch gestaltet sein mag, aus einer äussern Zellwand und einem mehr weniger flüssigen Inhalt, in dem sich ein sog. Kern befindet. In dem Kerne ist oft noch wieder ein Nucleolus sichtbar. Dies Bild nun kann sehr leicht auch dadurch entstehen, dass von einer heterogenen Substanz, welche sich um einen Kern herum und zwar in einem geringen Abstande von demselben verdichtet hat, bei Zerstörung alles Uebrigen nur die innerste, vielleicht besonders erhärtete Schicht zurückbleibt, ein Verhältniss, welches durchaus im Bereiche der Möglichkeit liegt. Wir erhalten alsdann das Bild einer Zelle, ohne dass jemals eine solche vorhanden gewesen wäre. — Und so verhält es sich meiner Ansicht nach in der That um die isolirbaren Zellen des Bindegewebes, von denen Virchow mit so grosser Bestimmtheit spricht. —

Schon von vorn herein bin ich bei histologischen Untersuchungen, sobald es sich um die Ermittlung der natürlichen Verhältnisse handelt, in hohem Grade eingenommen gegen die Anwendung von Agentien, welche eine so bedeutende Veränderung herbeiführen, wie das Kochen oder die concentrirten Mineralsäuren. Ich lasse denselben gern ihr gutes Recht, und für die Lösung gewisser Fragen sind sie sogar unentbehrlich. Wozu aber auf ein so leicht zu Täuschungen veranlassendes Verfahren recurriren in Fragen, deren Lösung auf anderm Wege, und zwar auf dem der Entwicklungsgeschichte, mit bei weitem grösserer Sicherheit erreicht werden kann? Es ist dieser Weg der einzige, auf dem wir mit Sicherheit die Lösung unsrer Frage zu erwarten haben, und wie Kölliker auf ihn verweist, so sehe ich ihn namentlich und mit bedeutendem Erfolge bereits von Dr. A. Baur in dessen ausgezeichnetem Schriftchen: „Die Entwicklung der Bindesubstanz, Tübingen 1858“ betreten. Es bietet sich uns aber bei der Untersuchung von Bindegewebe, Knorpel und Knochen eine doppelte Gelegenheit, auf diesem Wege vorzuschreiten. Einmal liefern Embryonen, andrerseits pathologische Neubildungen ein treffliches Material. Beide, und namentlich die letzteren, haben auch als Material für die nachfolgenden Untersuchungen gedient.

Beginnen wir mit dem Bindegewebe, so haben wir uns zunächst über die verschiedenen Formen desselben zu verständigen. Ich unterscheide mit Henle ein geformtes und ein formloses (Kölliker's festes und lockeres oder areoläres) Bindegewebe. Jenes findet sich in den Sehnen, den Fascien, den serösen Häuten, an der Hornhaut, im Corium, in den Gefässen u. s. w.; dieses vornämlich im Unterhautgewebe, sodann aber auch in der Umgebung grösserer Blutgefässe und überhaupt zwischen den einzelnen Organen des Halses, der Brust, des Unterleibs. Das geformte Bindegewebe erscheint dabei entweder in der lockigen, faserigen Form und ist von einzelnen oder mehren sog. elastischen Fasern durchsetzt, oder es erscheint in der mehr homogenen Form (Reichert'sches Bindegewebe), und enthält alsdann in einer sehr gleichmässig erscheinenden, membranartigen Grundsubstanz vielfach geschlängelte, sog. elastische Fasern.

Was nun zunächst das lockige, faserige Bindegewebe, dem wir am häufigsten begegnen, betrifft, so sind nach Virchow (Würzburg. Verhandl. pag. 157) „die Bündel desselben nichts anderes, als die durch Zellen (Bindegewebskörperchen) getrennten Streifen einer Intercellularsubstanz", und die sog. elastischen Fasern „gehen durch eine directe Umwandlung aus diesen Zellen hervor. Es tritt", wie Virchow sagt, „in diesem Falle an die Stelle der einfachen Zellennetze und Zellenfasern eine compactere Bildung" (Cellularpathologie p. 92). Auch Donders u. Kölliker lassen die elastischen Fasern aus wirklichen spindelförmigen Zellen hervorgehen. (Vgl. Kölliker a. a. O. pag. 71). Was dagegen die eigentliche, faserige Substanz des Bindegewebes betrifft, welche Virchow für Intercellularsubstanz erklärt, so lässt Kölliker dieselbe „aus Zellencomplexen ohne nachweisbare Zwischensubstanz dadurch hervorgehen, dass die Zellen länglich werden, in Fibrillen zerfallen und verschmelzen" (a. a. O. pag. 79). Die Kerne der Zellen „gehen dabei in der Regel zu Grunde, oder wandeln sich wenigstens, doch nie in sog. Kernfasern um." (S. 81). — Kölliker lässt demnach das Bindegewebe aus zwei Arten von Zellen hervorgehen. Die Einen sind im Jugendzustande sog. Saftzellen mit Saftkanälchen (S. 71), und werden späterhin zu elastischen Fasern; die andern verwandeln sich in die eigentliche Substanz des Bindegewebes (Virchow's Intercellularsubstanz). Eine dritte Ansicht bringt Baur vor. Er lässt das lockige Bindegewebe aus einem kernhaltigen Blasteme hervorgehen. An dem Blastem geht nach ihm „eine Art Krystallisation" (a. a. O. S. 21) vor sich, wodurch dasselbe später wie aus Fasern bestehend erscheint; die Bindegewebskörperchen Virchow's sind ihm aber gar keine Zellen im Schwann'schen Sinne, sondern „die Kerne des un-

reifen Bindegewebes in den Sehnen werden nur dadurch zu Kernen Virchow'scher Bindegewebskörperchen, dass sich Streifen oder Schichten elastischer Substanz zum Theil auch um sie ausscheiden (S. 28. Anm.). — Nach Vorlage dieses kurzen Referates gehe ich nun zu meinen eigenen Beobachtungen über. —

So oft ich auch fertiges faseriges oder lockiges Bindegewebe (Fig. 1.) untersucht habe, es ist mir niemals gelungen, wirkliche Zellen oder auch nur kerneinschliessende Höhlungen oder Spältchen in der faserigen Grundsubstanz zu entdecken. Wohl finde ich, elastische Fasern, und oft in grosser Menge; auch spindelförmige oder (auf Querschnitten) sternförmige Lücken zwischen den Fasern der Grundsubstanz; aber einen Kern, dieses für die Zelle stets charakteristische Gebilde, finde ich in dem lockigen älteren Bindegewebe nicht. „Hat man sich erst durch längere Zeit fortgesetzte Untersuchungen gekochter Präparate an diese Art der Anschauung gewöhnt", sagt Virchow (Würzb. Vhdlgn. pag. 157), „so wird man gewiss ohne Schwierigkeiten die Richtigkeit derselben auch an frischen Schnitten von Bindegewebssubstanzen constatiren. Die Schwierigkeit ist hauptsächlich eine theoretische, indem es darauf ankommt, nicht, wie man es gewöhnt war, zerfaserte Objecte oder die Ränder von Schnitten zu untersuchen, oder die Fläche der Schnitte mit Rücksicht auf Faserigkeit und Nichtfaserigkeit zu betrachten, sondern seine Aufmerksamkeit auf die feinen, der Zahl und dem Umfange nach geringen Elemente zwischen den Bündeln zu richten." — Nun, ich habe fortgesetzt beobachtet, ich habe lange Zeit und kurze Zeit gekocht, ich habe mit Salzsäure behandelt u. s. w., aber ich habe mich dennoch nicht an „diese Art der Anschauung" gewöhnen können, denn ich habe eben keine Zellen gefunden, und so bestimmt, wie Virchow ihr Vorhandensein behauptet, eben so bestimmt muss ich sie in Abrede stellen. Auch ist es mir niemals gelungen, aus fertigem lockigem Bindegewebe durch Kochen die „Bindegewebskörperchen" zu isoliren; und wenn man die Virchow'schen Zellwände an diesen Körperchen bei Behandlung mit concentrirter Salzsäure deutlich resistiren sieht, so, meine ich, liegt darin schon ein guter Beweis, dass es sich hier nicht um eine gewöhnliche Zellwand, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach um jene resistente, widerstandsfähige Substanz handelt, welche wir als elastische bezeichnen. — Die Zellwand des Virchow'schen Bindegewebskörperchens ist mir stets nur als eine erhärtete Schichte der Grund- (Intercellular-) Substanz erschienen, und diese Schichte umgiebt in dem älteren Bindegewebe nicht eine Höhlung, die einen Kern enthält, sondern eine leere, höchstens mit einer Flüssigkeit gefüllte und nur sehr schmale, enge, spaltförmige Höhlung (Vgl. Fig. 2. 3. 4. 5.). —

Dass eine solche Flüssigkeit darin vorhanden ist, und zwar eine eiweisshaltige, glaube ich desshalb, weil ich nach längerem Kochen die Höhlung oftmals nicht hyalin, sondern durch eine äusserst fein moleculare Masse getrübt fand. —

Doch es handelt sich hier immer noch um Anschauungen, über welche sich streiten lässt. Ich habe mich desshalb alsbald dem jungen Bindegewebe zugewandt, um zu erfahren, was die Genese desselben in Betreff der Natur der Bindegewebskörperchen lehre. — Ueber diese Untersuchungen muss ich ausführlicher berichten.

Bringt man einen feinen Schnitt durch die Hornhaut, das Zahnfleisch, den Nabelstrang, die äussere Haut u. s. w. unter das Mikroskop, so erhält man an der nach aussen gelegenen Gränze der Schnitte das prachtvolle Bild des sog. mehrschichtigen epitelialen Gewebes. Die einzelnen Zellen, welche von der Tiefe nach der Oberfläche hin an Grösse zunehmen und von einer nahezu ovalen oder cylindrischen zur abgeplatteten polygonalen Form übergehen, sind sehr fest mit einander verbunden. Man erkennt jedoch deutlich die Contouren jeder einzelnen Zelle und zwischen den Contouren von je zwei sich berührenden Zellen bleibt ein bald weiterer, bald kaum wahrnehmbarer, lichterer Zwischenraum, von dem man annehmen darf, dass er mit einer die Zellen verkittenden Substanz erfüllt ist. — Je weiter man gegen die Oberfläche vorgeht, desto undeutlicher werden in der Regel die spitzen Winkel der länglich abgeplatteten Zellen, und namentlich an der Oberhaut erscheint es oft, wie wenn mehre Zellen zu einem breiten Längsfaden oder Bändchen verschmolzen wären. — Eine jede Epitelzelle der tieferen, und an der Hornhaut, dem Nabelstrange und dem Zahnfleisch auch der oberen Schichten, enthält nun ihren schönen, rundlichen oder ovalen, fein granulirten Kern, der in der Regel dunkler erscheint, als der übrige Inhalt der Zelle. Dieser Kern besitzt in den jüngsten Zellen nahezu dieselbe Grösse wie in den älteren und das angedeutete Wachsthum der Zellen ist wesentlich durch eine Zunahme des Zelleninhaltes bedingt. In den ältesten, also am meisten nach aussen gelegenen Zellen der Epidermis kann man keinen Kern mehr nachweisen. Der Verhornungsvorgang der Zelle scheint einen Untergang des Kernes herbeizuführen. Wo dieser Vorgang nicht stattgefunden hat, findet sich auch der Kern wohlerhalten. — Dieselben schönen Epitelzellen findet man bekanntlich in den Epitelial-Krebsen. Man begegnet hier vielfach Lagen, welche sich absolut nicht von der normalen Oberhaut unterscheiden lassen; nur erreichen die einzelnen Kerne und Zellen oft eine sehr bedeutende Grösse, während bei den verhornten Zellen auch hier der Kern verschwunden ist. An andern Stellen, und namentlich in der Umgebung der sog.

Nester gehen die Zellen oftmals aber auch eine derartige Verschmelzung ein, dass sich ihre Gränzen verwischen und, ähnlich wie an den ältern Lagen der Epidermis, nur breite concentrische Streifen erscheinen, in denen man, je nachdem der Verhornungsprocess weniger oder mehr vorgeschritten ist, die Kerne noch liegen sieht oder auch nicht. An noch andern Stellen begegnet man endlich schmalen oder breiteren Zügen vollendeten geloekten Bindegewebes, und wenn man dieses an den Uebergangsstellen zu den rein epitelialen Formationen von sehr lang gestreckten, fast spindelförmigen, dicht aneinander gelagerten Zellen mit Kernen und fein molecularem Inhalt umgränzt sieht, so möchte man kaum zweifeln, dass das Bindegewebe selbst unmittelbar aus ihnen, und zwar durch Zerfaserung der einzelnen Zellen, hervorgegangen sei. In diesem Bindegewebe sind die Kerne der früheren Epitelzellen nicht mehr nachweisbar; sie sind verschwunden, ähnlich wie in den verhornten Zellen. Bei Behandlung mit Essigsäure findet man dagegen an den Stellen, wo der Kern gelegen haben muss, ein von scharfen Contouren umgebenes und an seinen spitzen Enden in einen Faden auslaufendes Spältchen (Virchow's Bindegewebskörperchen). Allein man vermag diese Zellen nur sehr schwer zu isoliren; es ist mir nicht gelungen, die Umwandlung in Bindegewebe an isolirten Zellen darzuthun, und wiewohl ich selbst an dieser Umwandlung keinen Augenblick zweifle, so könnte ein Andrer doch andrer Ansicht sein und das bindegewebige Stroma des Epitelkrebses in andrer Weise entstehen lassen. Was mir aber hier nicht gelang, gelang um so vollkommner an andern krebsigen Neubildungen und zwar bei den ausgeprägten Medullarcarcinomen. — Unter den allbekannten, vielgestaltigen grossen Zellen begegnet man hier stets einer Menge ovaler oder spindelförmiger, mit mehr oder weniger langen Ausläufern und einem oder mehren grossen Kernen mit meistens ebenfalls sehr grossen Kernkörperchen. — Nicht selten findet man unter diesen einzelne, deren fein molecularer Inhalt sich in geradlinige Reihen ordnet und an deren einem oder beiden spitzen Enden eine deutliche „Zerfaserung" eintritt, während der Kern mit dem Kernkörperchen noch wohlerhalten in ihnen zu finden ist (Fig. 6. a. b. e. d.) *).

---

*) Ich weiss nicht, wesshalb Virchow in seiner neueren Lehre vom Bindegewebe seine früheren, richtigen Beobachtungen so gänzlich negligirt. In seiner „Entwicklungsgeschichte des Krebses u. s. w. Arch. Bd. I. 1847." p. 97. sagt er: „dass jene Faserzellen, die berühmten geschwänzten Körper, wirklich unreifes Bindegewebe sind, folgt einfach daraus, dass sie nie und unter keinen Verhältnissen eine andre Bedeutung im Körper haben. Ueberdies habe ich ihren Uebergang in Bindesubstanz direct betrachtet.

Soleher Zellen, an denen ich, sobald sie an den spitzen Enden deutlich die Zerfaserung zeigten, meistens nur einen Kern fand, in denen also auch die Kerntheilung (in Folge einer Veränderung des Zelleninhalts?) nicht weiter vorzuschreiten scheint, liegen oft mehre dicht aneinander, so dass man kaum ihre Gränze zu erkennen vermag. In den dem bindegewebigen Stroma am nächsten liegenden tritt aber das Bild der Fasern in immer deutlicherer Weise hervor (Fig. 6. e.), und es bleibt gar kein Zweifel, dass diese Fasern dieselben sind, welche wir in dem unmittelbar daneben liegenden Stroma als „Bindegewebsfasern" anspreehen. Von dem Auftreten einer Intercellularsubstanz kann hier absolut nicht die Rede sein; die Zerfaserung geschieht an dem Inhalt der Zelle selbst und der Wahrheit am nächsten scheint mir Baur zu kommen, wenn er annimmt, dass es sieh hier „um eine Art organiseher Krystallisation" handelt. — Bei dieser Zerfaserung, welehe der mehr weniger flüssige Inhalt der Zellen erfährt, erleiden aber die Kerne eine bedeutende Veränderung. Sie verlieren zunächst ihre ziemlieh seharfe Contour, sehrumpfen etwas ein (Fig, 6. c.), und hie und da sieht man sie geradezu in ein Häufchen von dunkeln Molekeln (Fett?) zerfallen. Dieses Häufchen von Molekeln sieht man dann nicht selten von einer scharfen Contour, welehe die Form eines spindelförmigen Körpers hat, umsehlossen, es erseheint wie von zwei „Bindegewebsfasern" umgehen, und behandelt man mit Essigsäure, so bleibt dieses spindelförmige „Körperchen" zurück, während die Molekeln, so wie aueh meistens das Bild der Fasern am Zelleninhalt grösstentheils versehwinden. Es ist nieht fraglieh, dass man diese „Körperchen" als Virchow'sehe Bindegewebskörperehen betrachten muss. Aber es ist hier aueh nur zu klar, dass dieselben keine kernhaltigen Zellen sind. Aueh gehen sie nicht etwa aus einer Umwandlung des Kerns hervor; denn niemals sieht man den Kern spindelförmig ausgezogen und so in das Körperchen selbst übergehen. Es erseheinen vielmehr die Contouren des Körperchens als Contouren einer Spalte oder Höhlung, welche die Reste des früheren Kernes umsehliesst oder auch nur die Stelle andeutet, an welcher derselbe gelegen hat, und nun aller Wahrseheinlichkeit nach mit einer Flüssigkeit erfüllt ist. — Ueber die Genese des fertigen Bindegewebes kann man demnach hier nieht in Zweifel sein. Die eigentliche faserige Substanz desselben geht hervor aus

---

Fig. 2. b. (s. Fig. 7.) stellt eine solche Faserzelle aus einem Magenkrebs dar, welche an der einen Seite des Kerns noch vollkommen einfach ist, während sie an der andern schon das lockige Ansehn eines Bindegewebsbündel hat."

dem Zelleninhalt, wobei die Zellwand als solche verschwindet. Der Kern zerfällt und geht ebenfalls als solcher zu Grunde. Er bedingt aber bei der Metamorphose des Zelleninhalts zu faserigem Bindegewebe das Entstehen einer Höhlung oder Spalte, die als solche mit ihren scheinbar sehr resistenten Wandungen zunächst persistirt, später aber enger und enger wird und schliesslich vielleicht nur als ein dunkler Faden mit leichter Anschwellung erscheint. —

Diese Entstehung des Bindegewebes aus Zellen betrachte ich also für das Bindegewebs-Stroma des Medullarkrebses als erwiesen. Sehr wahrscheinlich hat sie auch für das Stroma der Epitelialkrebse Gültigkeit, und es sind vielleicht besondere chemische Verhältnisse, welche es bedingen, dass die Epitelzelle hier in dem einen Falle verhornt, im andern zerfasert. — Wenn Kölliker nun aber diese Entstehung für alles faserige geformte oder gelockte Bindegewebe gelten lässt, so muss ich dem mit der Behauptung gegenüber treten, dass es noch einen zweiten Modus derselben giebt. Ich glaube vorläufig gern, und es ist mir so wahrscheinlich, als möglich, dass die ersten Bindegewebsanlagen in Embryonen, wie Kölliker es von zweimonatlichen Säugethier-Embryonen behauptet, durch Zerfaserung von ausgebildeten Zellen entstehen. Aus Mangel an so jungen Embryonen habe ich mich leider davon noch nicht selbst überzeugen können. — Was dagegen die Bindegewebs-Entwicklung in älteren Embryonen (7 — 8ten Monat), so wie in einer Menge von pathologischen Neubildungen (Pseudomembranen und Adhaesionen, Pacchionische Granulationen, Fibroide, sog. scrophulöse Drüsengeschwülste u. s. w.) betrifft, so existirt für diese entschieden noch ein zweiter Modus, und ich möchte diesen als den ungleich häufigeren ansprechen. —

Untersucht man sehr junge, weiche Pacchionische Granulationen, oder frische Pseudomembranen nach entzündlichen Vorgängen an den Brust- und Unterleibsorganen, oder die jüngsten Schichten von Fibroiden und beim 6 — 7monatlichen Embryo von Sehnen, so findet man sehr häufig eine Menge ziemlich scharf contourirter, gegen Essigsäure u. s. w. resistenter Kerne in einer sehr fein molecularen Grundsubstanz, welche durch Essigsäure etwas aufgehellt wird (Fig. 8. a.). — In diesem kernhaltigen Blasteme liegen die Kerne zunächst ganz ungeordnet; näher gegen das schon fertige Bindegewebe zu lagern sie aber in ziemlich regelmässigen Längsreihen, und sobald dies der Fall ist, erblickt man meistens auch schon an der Grundsubstanz eine sehr feine Faserung. Bis dahin sind die Kerne noch dicht von der molecularen Grundmasse umgeben. Aber nur einen kleinen Schritt weiter, und man sieht sie bereits von einer meistens einerseits lichten und andrerseits dunklen spindelför-

migen Kapsel umgeben, man hat das Bild einer spindelförmigen Zelle, eines „Bindegewebskörperchens" vor sich (Fig. 8. b. und c. — In c. habe ich den ganzen Entwicklungsgang eines einzelnen „Bindegewebskörperchens" zusammengestellt). Dieses Bild variirt, je nachdem der Kern auf seiner schmalen Kante oder auf seiner breiteren Fläche liegt. Im ersteren Falle ist das Bild des spindelförmigen Körpers ziemlich vollständig, im zweiten zeigt sich die Spindelform meistens nur an der einen Seite des Kerns, während an der entgegengesetzten nur ein auf die Längsaxe des Kernes stossendes einfaches Spältchen (gleich einem Fäserchen) in der Grundsubstanz sichtbar ist. — Nur in den ersten Zeiten des Auftretens der spindelförmigen Kapsel vermag man jedoch den Kern selbst wohl erhalten in derselben zu finden. Ihre Bildung und sein Untergang erscheinen als fast coincidirende Momente, und in der That sieht man alsbald einzelne dieser Kapseln mit einem Streifen oder Häufchen molecularer Masse erfüllt. Aber auch diese schwindet alsbald und die Höhle der Kapsel erscheint jetzt licht und hell. Während derselben Zeit wird die Grundsubstanz immer klarer und lichter, sie zeigt alsbald eine deutliche Faserung, hie und da treten in ihr bereits vielfach geschlängelte Fäserchen (spätere elastische Fasern) auf, und das Bild des jungen gelockten Bindegewebes liegt fertig vor uns. Diese Vorgänge habe ich vortrefflich verfolgen können an einem Fibroid, an jungen Pacchionischen Granulationen (nach acuter Krankheit mit Erscheinungen von Gehirnhyperaemie), an Pseudomembranen nach Peritonitis und Pleuritis. Doch bemerke ich sogleich, dass diese Beobachtung an Pseudomembranen nicht immer gelingt, sondern dass man oft auch auf weniger organisationsfähige Exsudate trifft, welche alsdann in einer molecularen oder leicht streifigen Grundsubstanz vorzugsweise Eiterkörperchen neben freien Kernen enthalten. —

Man wird nun zugeben, dass wenn in den bezeichneten Beobachtungen die spindelförmigen sog. Bindegewebskörperchen wirkliche Zellen gewesen wären, zwischen dem Erscheinen dieser spindelförmigen Körperchen und dem Erscheinen der isolirten Kerne doch auch einmal wirkliche runde oder ovale Zellen zu beobachten gewesen sein müssten, denn eine jede primordiale Zelle ist, ehe sie als spindelförmige erscheint, rundlich oder oval. — Solche Zellen sind mir aber auch nicht ein einziges Mal vorgekommen. — Gleich entschieden spricht ferner gegen das Vorhandensein von Zellen die grosse Resistenz der von mir als Kapselwände bezeichneten Bildungen gegen Essigsäure, so wie die eigenthümlichen Veränderungen des Lichtreflexes derselben bei verschiedenen Focaleinstellungen, Veränderungen, die, wie ich meine, klar machen, dass es sich hier

nicht um Zellenwände handelt. Was aber endlich die Möglichkeit der Isolirung der „Körperchen“ anbetrifft, so muss ich dieselbe auch hier mindestens als ein äusserst seltenes Ereigniss betrachten. Allerdings habe ich an den äussersten Rändern von feinen Schnitten gekochter Präparate die Grundsubstanz so geschwunden gesehen, dass man glauben konnte, ein isolirtes „Körperchen“, eine spindelförmige Zelle vor sich zu haben. Allein die innere Schicht der Grundsubstanz, meine Kapselwand, resistirte eben, gleich elastischer Substanz, und sie und nicht eine Zellwand war es, welche frei von der übrigen Grundsubstanz in den freien Raum hinausragte. — Niemals ist es mir gelungen, mehre dieser Körperchen zu isoliren, und an denen, welche man vielleicht als isolirt betrachten durfte, war nichts weniger als das Bild einer Zelle geboten. Die Spindeln erscheinen an den spitzen Enden bei starker Vergrösserung nie vollkommen geschlossen; der scheinbare Verschluss entsteht durch die dichte Aneinanderlagerung der beiden Kapselhälften, die kaum noch durch ein wahrnehmbares Spältchen getrennt sind. Und was den Kern anbetrifft, so habe ich statt eines wohlausgebildeten Zellenkerns meistens nur ein Häufchen oder Streifchen molecularer Masse oder auch gar nichts gefunden, und von jener Masse war es zweifelhaft, ob sie Reste des praeexistirenden Kernes darstellte, oder aus einer Gerinnung eines eiweisshaltigen Inhalts der Kapsel resultirte. —

Sahen wir nun aber oben das lockige Bindegewebe direct aus der Zerfaserung des Inhaltes grosser Zellen hervorgehen, und bin ich im Verfolge eines andern Entwicklungsganges desselben auch nicht ein einziges Mal auf Zellen gestossen, aus denen sich möglicherweise die Entwicklung der spindelförmigen „Bindegewebskörperchen“ ableiten liesse, so glaube ich auch zu der Behauptung berechtigt zu sein, dass in dem lockigen Bindegewebe überhaupt keine Zellen existiren, und dass die Anschauung des Bestandes desselben aus Zellen und Intercellularsubstanz eine unrichtige ist. — Ueber den Entwicklungsgang des Bindegewebes aus Zellen habe ich mich oben ausgesprochen. In dem in Frage stehenden zweiten Falle geschieht aber, wie aus meiner Darstellung leicht zu folgern ist, die Entwicklung der Art, dass zunächst ein kernhaltiges Blastem existirt. An der Grundsubstanz dieses Blastem's geschieht alsdann die Zerfaserung, wie oben an dem Zelleninhalt; die faserig werdende Grundsubstanz schliesst zunächst die noch wohl erhaltenen Kerne in Lücken oder Spältchen ein, und während die Wände dieser Lücken oder Spältchen mehr und mehr erhärten, die Eigenschaften der elastischen Substanz annehmen, beginnt der Kern zu schwinden, so dass schliesslich nur die in Fasern umgewandelte

Grundsubstanz mit zarteren oder deutlicheren Spältchen zurückbleibt (Fig. 8. c.).

Die Erhärtung oder Umwandlung der Grundsubstanz zu elastischer Substanz dürfte bei dieser Darstellung das einzig Fragliche bleiben. Allein die grosse Resistenz der Kapselwandungen gegen Essigsäure, ihr Unversehrtbleiben selbst nach stundenlangem Kochen lässt sie eben für nichts anderes als elastische Substanz halten, und die Umwandlung selbst dürfte sich vielleicht bald, nachdem die elastischen umspinnenden Fasern ebenso, wie besondere elastische Scheiden der Bindegewebsbündel durch Rollet's Untersuchungen *) von Neuem sehr in Frage gestellt sind, als eine ganz allgemeine Eigenschaft der Grundsubstanz des Bindegewebes herausstellen. In der That scheint diese Umwandlung namentlich überall da Statt zu haben, wo die Continuität der Grundsubstanz unterbrochen wird, und eine solche Unterbrechung findet eben überall statt, wo ein Kern in der Grundsubstanz eingebettet liegt. — Sollte man aber fragen, woher denn bei dem gezeichneten Entwicklungsgange die Kerne stammen, und welchen Werth dieselben überhaupt für die Entwicklung des Bindegewebes haben, da sie ja doch nur sehr transitorische Gebilde sein sollen, so erwidere ich darauf Folgendes: Die Kerne des ächten embryonalen Bindegewebes stammen sonder Frage von den Kernen der Embryonalzellen selbst ab, welche zur Bildung des Bindegewebes prädestinirt sind, und die Grundsubstanz, in welcher sie liegen, ist in der That durchaus als aequivalent dem Inhalt jener Zellen zu betrachten. Wir müssen annehmen, dass es in dem kernhaltigen Blasteme nur deshalb nicht zur Bildung von Zellenwänden selbst kommt, weil der Bildungsprocess zu rasch fortschreitet, vielleicht auch das zu dieser Bildung erforderliche Material nicht vorhanden ist, und wirklich wäre ja auch dieselbe eine überflüssige, da die Zellwand bei der Bindegewebsentwicklung doch wieder zu Grunde geht. — Bei pathologischen Neubildungen stammt aber die junge Kernbrut von sehr verschiedenen Mutterkernen ab. Zunächst ist es mir mehrfach gelungen, die Theilung und Vermehrung der Kerne in Epitelialzellen und ihre Entleerung aus denselben in Folge eines Zerplatzens der Zellen zu beobachten. Die Kerne der Bindegewebsneubildungen an serösen Häuten möchten namentlich allemal auf diese Quelle zurückzuführen sein. An den Lymphdrüsen findet die junge Kernbrut ohne Frage in den zahlreich vorhandenen Kernen und Zellen die Muttergebilde, und die Entwicklung der Bindegewebsneubildung habe ich hier ganz

*) Vgl. Rollet, Untersuchungen über die Structur des Bindegewebes. Wien 1858. pag. 36

direct auf die Kernwucherung von den alten Kernen aus zurückführen können. Für andre Localitäten fehlen mir bis dahin bestimmte Beobachtungen. Doch möchte ich, entfernt davon, alles Bindegewebe als „Keimstock für Neubildungen" zu betrachten, darauf hinweisen, dass einmal in gewissen bindegewebigen Organen, wie z. B. der Cornea, dem lockeren Unterhautbindegewebe, der inneren Periostschicht u. s. w. die Kerne an manchen Stellen persistiren und bei geeigneter Befruchtung von ihnen aus sich sehr wohl eine junge Kernbrut entwickeln kann; andrerseits dürften aber vielleicht auch die kernhaltigen Wandungen der Blutgefässe, sowie die Kerne der Muskelscheiden Ausgangspunkte für Bindegewebsneubildungen abgeben können. — Was die zweite Frage anbetrifft, so scheinen mir aber die Kerne in einer doppelten Beziehung unerlässliche Bedingungen für die Bindegewebsneubildung abzugeben. Zunächst ist es scheinbar überall die Kernbildung und Kernwucherung, welche die chemische Differenzirung des aus dem Blute stammenden indifferenten Bildungsmaterials bedingen. Zellenkerne und Zellenkerne sind ohne Frage chemisch differente Dinge. Für gewisse Kerne kann man sich durch microchemische Reactionen davon überzeugen. Auch bei der Bindegewebsentwicklung aus kernhaltigem Blasteme dürften aber eben die Kerne wesentlich eine Differenzirung des indifferenten Bildungsmateriales bedingen, der Art, dass der Grundsubstanz eben die Eigenschaften der Bindegewebssubstanz verliehen werden. An zweiter Stelle haben aber die Kerne scheinbar den bedeutendsten Einfluss auf die Structur des Bindegewebes. Sie sind wesentlich bedingend für die Hohl- oder Spalträume in der fasrigen Grundsubstanz und damit für die bündelförmige Anordnung des Bindegewebes und für gewisse Formen des Bindegewebes (für das lockere und sog. Schleimgewebe) möchte ich sie geradezu als Krystallisationspunkte für die noch formlose Grundsubstanz in Anspruch nehmen. — Ich werde darauf weiter unten zurückkommen. —

Mit besonderer Vorliebe hat man sich neuerdings der histologischen Untersuchung der Cornea zugewandt. An ihr glaubte man eben mit grosser Schärfe die Richtigkeit der Virchow'schen Anschauungen erweisen zu können, und an der Existenz von wirklichen Zellen in einer leicht streifigen Intercellularsubstanz zweifeln hier Wenige. — Dass die Cornea zu den Bindegewebsformationen zählt, ist klar; sie unterscheidet sich eben nur dadurch von dem gewöhnlichen gelockten oder faserigen Bindegewebe, dass ihre Grundsubstanz weniger deutlich gefasert, mehr hyalin, die „Bindegewebskörperchen" aber sehr viel grösser und oft deutlich kernhaltig sind (Fig. 9.). Allein auch hier halte ich ganz entschieden an der obigen Anschau-

ung fest. Die Kerne liegen nicht in Zellen, die „Bindewebskörperchen" sind nicht als solche zu betrachten, die Kerne liegen vielmehr auch hier in Höhlungen oder Spältchen der Grundsubstanz, und dass diese grösseren Spältchen vielfach durch feinste, aber sehr wohl sichtbare Spältchen in Verbindung stehen, ändert gar nichts an dieser Anschauung. Alles zunächst, was ich oben gegen die Zellennatur der Bindegewebskörperchen angeführt habe, hat auch hier seine volle Geltung. An den Augen von Embryonen vermag man aber auch sehr wohl denselben Entwicklungsgang des Bindegewebes der Sclera und Cornea zu verfolgen, welchen ich oben für die Entwicklung des kernhaltigen Blastem's angegeben habe. Ob die ersten Anlagen derselben aus kernhaltigen Zellen oder aus kernhaltigem Blastem hervorgehen, vermag ich nicht anzugeben. Ist ersteres der Fall, woran ich nach Kölliker's Angabe nicht zweifeln mag, so findet später wenigstens eine derartige Verschmelzung der Zellwände der späteren sog. Bindegewebskörperchen mit der Grundsubstanz statt, dass sich beide nicht mehr trennen lassen.. Das Wachsthum der Sclera erfolgt aber jedenfalls durch Kernwucherung und Zunahme des Blastem's als solchen ohne intercurrirende Zellenbildung. Man kann ganz den oben gezeichneten Entwicklungsgang verfolgen. — Ich differire hier leider von den Angaben vieler Histologen, gegen deren anerkannte und ausgezeichnete Leistungen ich selbst nichts einzusetzen habe. Allein immer von Neuem wiederholte Untersuchungen haben mich zu keiner anderen, als der angegebenen Ansicht kommen lassen. — Ich empfehle für diese Untersuchungen, mit der Betrachtung der Membr. pigmenti und den äusseren Lagen der choroidea zu beginnen. Bei 6 — 7monatlichen menschlichen Embryonen findet man hier überall in einer zum Theil wenigstens ganz ungeformten Grundsubstanz zahllose freie und ziemlich grosse Zellenkerne eingebettet. Von der Anwesenheit von Zellen habe ich mich nicht überzeugen können, und so widersprechend es erscheinen mag, selbst für die sog. Pigmentzellen, sowohl die regelmässig sechseckigen, als die aussen von der Choroidea gelegenen sternförmigen, nehme ich einen derartigen Entwicklungsgang an, dass sich um die freien Zellenkerne das Pigment allmählig ansammelt oder niederschlägt. Von diesem Vorgange überzeugt man sich leicht dadurch, dass man neben zahlreichen, schon dicht in Pigmentkörnchen eingehüllten Kernen manche findet, um die erst eben die Ablagerung beginnt. Man sieht hier bei starker Vergrösserung auf das deutlichste die einzelnen Körnchen um den Kern herum liegen, aber von einer Zellwand ist auch nicht das Mindeste zu bemerken, und lässt man jetzt durch Zusatz eines Tropfens Wasser oder Essigsäure einen kleinen Strom in dem mikroskopischen Prä-

parate entstehen, so beobachtet man nur zu deutlich, wie die ersten Ablagerungen von Pigmentmolekülen von dem Kern wieder fortgespült werden, eine Erscheinung, die gar nicht vorkommen könnte, wenn sich die (bald wenig, bald stärker gefärbten) Moleküle in einer Zellhülle befänden. Ich wage nicht mit Bestimmtheit zu sagen, ob sich späterhin um die die Kerne umhüllenden Pigmenthaufen eine Zellwand bildet; die Schönheit des Bildes der ziemlich scharf contourirten 6eckigen „Pigmentzellen" ruft leicht den Eindruck einer solchen Wand hervor. Allein selbst Kölliker bemerkt (Handb. d. Gewebelehre, 3. Aufl. pag. 625): „Alle Pigmentzellen sind sehr zartwandig und bersten äusserst leicht durch Druck", und mit Bestimmtheit habe ich mich von der Anwesenheit einer Wand nicht überzeugen können. Auch finde ich die gewöhnlichen (z. B. bei Kölliker l. c. pag. 625. Fig. 323) gegebenen Bilder nicht treu, da die Contour der Pigmentzellen durchaus nicht so scharf ist, wie diese Zeichnungen angeben, und die Annahme, dass die Körnchen, welche den einzelnen Kern umlagern, nur durch eine besondere verkittende Masse zusammengehalten werden, scheint mir bis dahin richtiger. — Abgesehen nun aber ganz von diesen hier nur beiläufig erwähnten Verhältnissen, kann man sich an gelungenen Schnitten der frischen Sclera von Embryonen auch oft davon überzeugen, dass deren innerste (und vielleicht auch die äussersten) Schichten aus einem kernhaltigen Blastem bestehen, und geht man gegen die Mitte des Schnittes vor, so vermag man alle Stadien des oben geschilderten Entwicklungsganges des Bindegewebes zu verfolgen, mit der einzigen Ausnahme, dass hier die Grundsubstanz zunächst weniger stark gefasert erscheint. Nicht ein einziges Mal habe ich mich von der Anwesenheit junger, nachher spindelförmig werdender Zellen überzeugen können, und ich wage deshalb auch hier, die Anwesenheit derselben in Abrede zu stellen. Ich lasse gern den Virchow'schen „Bindegewebskörperchen", den Kölliker'schen „Saftzellen und Saftkanälchen" und meinen Spältchen und Hohlräumen der Cornea die Bedeutung vorzugsweise der Saftführung dienender und communicirender Kanälchen, ich gebe zu, dass der von Anbeginn an vorhandene Zellenkern oftmals in diesen Kanälchen persistirt (bei Embryonen und auch bei älteren Individuen findet man ihn oft sehr deutlich), ich gebe zu, dass der persistirende Kern unter geeigneten Verhältnissen (Entzündung u. s. w.) Ausgangspunkt von Neubildungen, insonderheit von Eiterbildung, werden kann, allein das Alles kann auch geschehen, ohne dass eine Zellwand existirt, und wenn Virchow die Eiterkörperchen (wirkliche Eiterzellen) dadurch entstehen lässt, dass sich das ganze „Bindegewebskörperchen" theilt, so scheint mir dagegen sowohl die ganze Form des-

selben, als seine zugegebene Communication mit andern Körperchen, als die Unmöglichkeit eine Zellwand zu isoliren, zu sprechen, und schwerlich möchte in natura ein Bild vorkommen, wie es den Umschlagstitel der Cellularpathologie (cf. pag. 400. Fig. 137) schmückt. Leitet man von den in den Spältchen der Hornhaut enthaltenen und persistirenden Kernen junge Kernbruten ab, so ist dagegen sicher nichts einzuwenden, und wie im Eiter überhaupt, so kann sich dann auch hier um den einzelnen jungen Kern eine Zellwand bilden, so dass wir dann mit Eiterzellen erfüllte Spältchen, und nicht in Eiterzellen getheilte „Bindegewebskörperchen" vor uns haben. —

Was nun die in dem geformten Bindegewebe vorkommenden „Kernfasern" und „elastischen Fasern" anbetrifft, so will Kölliker dieselben allgemein auf zellige Elemente (seine „Saftzellen") zurückführen, und was Virchow und Donders für die sog. Kernfasern behaupteten, auch für die elastischen Fasern gelten lassen (a. a. O. pag. 72). Auch Virchow selbst schliesst sich dieser Ansicht an und lässt gröbere, wie feinere elastische Fasern „aus Bindegewebszellen" hervorgehen (Cellularpathologie pag. 93). — Ich bekenne gern, dass meine Untersuchungen in dieser Beziehung zu keinem befriedigenden Abschluss geführt haben, dass ich aber auch in den bisherigen Arbeiten Anderer einen solchen Abschluss nicht zu finden vermag. — Es ist mir allerdings für manche Kernfasern, — und namentlich an krebsigen Neoplasmen habe ich diese Beobachtungen gemacht, — wahrscheinlich, dass sie durch das vollkommene Verschmelzen der Wandungen jener Spältchen oder Höhlungen, in denen im jungen Bindegewebe ein Kern vorhanden war, entstehen. Man hat oft das Bild der ausgebildeten, gegen Essigsäure resistenten, dunklen Kernfaser vor sich und erblickt an ihr da, wo ehemals die den Kern einschliessende Höhlung existirte, noch eine leichte Anschwellung. — Was aber ist von jenen schön geschlängelten, zartesten elastischen Fasern zu halten, die man oft in der eben zerfasernden, ganz jungen Grundsubstanz des geformten Bindegewebes erblickt, und die sich nicht etwa als Ausläufer, dem Auge bei der bestimmten Focaleinstellung nicht sichtbarer „Bindegewebskörperchen" betrachten lassen, sondern an beiden Seiten frei auslaufen? In Fig. 2. finden sich einige solcher Fäserchen so gezeichnet, wie ich sie erblickt habe. Die Entstehung dieser Fäserchen, der nachherigen elastischen Fasern, habe ich bis dahin nicht klar verfolgen können; nur so viel scheint mir gewiss, dass sie nicht aus Zellen hervorgehen. Das Auftreten der durchaus ähnlichen Bildungen in der Grundsubstanz des Netzknorpels, von denen man sich an dem Ohre Neugeborener so schön überzeugen kann,

steht mit dieser letzteren Annahme eben so entschieden in Widerspruch, wie das Erscheinen der Fasern in der ganz jungen Grundsubstanz des Bindegewebes selbst. — Dass die Fasern aber durch Faltenbildungen der Grundsubstanz entstehen, scheint mir schon ihrer eigenthümlichen und vielfachen Schlängelungen halber unwahrscheinlich; und spannt man eine zarte Lamelle des intramuskulären Bindegewebes auch noch so fest über einen kleinen an beiden Seiten geöffneten Messingcylinder (nach Ludw. Fick's Angabe), man behält immer das Bild dieser Fasern und ihrer eigenthümlichen Schlängelungen. — Am meisten bin ich geneigt, mich der Ansicht Reichert's, Leydig's und Baur's anzuschliessen, die diese Fasern „durch einen Verdichtungs- und Ausscheidungsprocess in der Grundsubstanz des Bindegewebes" entstehen lassen und ihnen jede genetische Beziehung zu Zellen oder Kernen absprechen (cf. Baur a. a. O. pag. 25). —

Die zweite Hauptform des Bindegewebes ist die des „formlosen" oder „lockeren, areolären". — Der Begriff dieser Form variirt bei verschiedenen Autoren nicht unbedeutend. — Während Leydig z. B. *) neben dem Gallertgewebe nur ein „gewöhnliches Bindegewebe" kennt und von demselben sagt, dass es uns bald in „festerer" bald in „lockerer" Form entgegentritt, lässt Kölliker (a. a. O. pag. 78) das areoläre Bindegewebe „aus einem Maschenwerk netzförmig anastomosirender oder verschiedentlich durchflochtener Bindegewebsbündel" bestehen, und sagt von ihm, „dass es bald ganz arm, bald reich an Saftzellen und elastischen Fasern sei" und „dass es eine gallertige Zwischensubstanz enthalte" oder Fettzellen einschliesse. Virchow dagegen (Cellularpathologie p. 93) führt als bezeichnend für das „Zellgewebe" älterer Autoren an, „dass an die Stelle eines Gewebes, welches aus Grundsubstanz und „einem maschigen anastomosirenden Zellgewebe besteht, ein Gewebe „trete, dessen Grundsubstanz durch grosse elastische Maschennetze „mit höchst compacten und derben Fasern abgetheilt wird." — Ich entziehe mich hier einer Kritik dieser verschiedenen Angaben, glaube aber, dass man über alle Schwierigkeiten am leichtesten hinwegkommt, wenn man sich an die Worte Henle's (Allgem. Anatomie, 1841. pag. 355) hält, dass „die Gränze zwischen formlosem und geformtem Bindegewebe nicht streng gezogen werden darf." Nur darauf möchte ich hinweisen, dass das areoläre Bindegewebe auch schon in der ersten Anlage areolär ist, Maschenräume enthält, ein Umstand, der bei dem geformten Bindewebe nicht zutrifft, und darauf möchte sich allerdings ein wenn auch nur sehr geringer

*) Lehrb. der Histologie, 1857. pag. 25.

Unterschied basiren lassen. In der Beschreibung ist Kölliker durchaus treffend, abgesehen von den „Saftzellen", welche ich als solche nicht anerkennen kann. Eine Abbildung eines Stückchens Unterhautgewebe eines Mannes (Fig. 10) wird die Auffassung dessen, was hier unter dem areolären Bindegewebe verstanden sein soll, unterstützen. —

Was die Bestandtheile dieses Bindegewebes anbetrifft, so sind sie bis auf die „gallertige" die Maschen ausfüllende Substanz oder die in den Maschen liegenden Fettzellen, dieselben, wie die des geformten Bindegewebes. Nur treten die elastischen Fasern in weit grösserer Menge und Stärke auf. — Schon a priori lässt es sich darnach erwarten, dass auch seine Bildungsgeschichte keine differente ist. Wie Kölliker und Virchow an den ihnen eigenthümlichen Anschauungen, so halte aber auch ich an der oben dargelegten Ansicht fest.

Virchow lässt das Gewebe aus Zellen und Intercellularsubstanz hervorgehen, und der wesentliche Unterschied von anderen Bindegewebsformationen besteht nach ihm darin, dass hier an die Stelle der einfachen Zellennetze eine „compactere Bildung, das sogenannte elastische Gewebe" tritt. Die Zelle mit ihren Ausläufern „wird gleichmässiger, gewissermaassen sklerotisch." Kölliker macht dagegen folgende Angabe (pag. 80. a. a. O.): „Jedes areoläre Bindegewebe tritt ursprünglich in der Form des Virchow'schen Schleimgewebes auf. Von den in der gallertigen Grundlage enthaltenen Zellen wandelt sich alsdann ein Theil in Bindegewebe um, indem „dieselben spindelförmig oder sternförmig werden, und, indem ihre „Substanz in Fibrillen zerfällt, zu gewöhnlichen oder netzförmig „anastomosirenden Bindegewebsbündeln sich gestalten, die aber, „wie schon Schwann angiebt, anfänglich keinen Leim geben. So „entsteht ein Maschennetz engerer oder lockerer Art, in dessen „Räumen die Zwischensubstanz und ein Rest der anfänglichen Bildungszellen enthalten sind. In weiterer Entwickelung gehen durch „fortgesetzte Vermehrung der letzteren, wobei die Zwischensubstanz „nach und nach an Menge abnimmt, neue Zellen hervor, und zugleich consolidirt sich das anfängliche Netzwerk, indem immer „neue Zellen an dasselbe sich anschliessen, von denen auch ein „Theil zu elastischen Fasern und Gefässen sich gestaltet. Schliesst „das areoläre Gewebe später keine Fettzellen ein, so verschwindet „zuletzt die Gallertsubstanz ganz und bleibt nichts als ein lockeres, „höchstens etwas Feuchtigkeit und vereinzelte Zellen in seinen Maschen enthaltendes Fasergewebe zurück, wird dasselbe dagegen „zu einem Fettgewebe, so bleiben die Zwischenräume bestehen „und geht ein grosser Theil der in ihnen entstandenen Zellen durch

„Fettentwicklung im Innern später in Fettzellen über.“ — — Von beiden diesen Ansehauungen differire ieh. Als Bildungsmasse finde ieh auch hier überall eine sehr fein moleculare, mehr weniger flüssige Grundmasse, in welcher eine beträehtliche Anzahl von Kernen zerstreut liegt (Fig. 11. u. 12.). Ohne jedwede Behandlung treten die Kerne nicht deutlieh hervor. Bei Behandlung mit Essigsäure dagegen lichtet sieh die Grundsubstanz etwas, und die Kerne geben sich als solche unzweifelhaft zu erkennen. Ihre Resistenz gegen Essigsäure, ihre Gestalt, das oft in Form eines kleinen Fetttröpfchens erscheinende Kernkörperehen lässt keinen Zweifel, dass man es wirklich mit Kernen und nieht etwa mit kernhaltigen Zellen zu thun hat. Verfolgt man nun dies kernhaltige Blastem insonderheit bei Bindegewebsneubildungen naeh Entzündungen weiter, so findet man einzelne Kerne deutlich von einer Zellwand umgeben, und man hat damit niehts andres vor sich, als Eiterkörperehen, d. h. also Kerne, um welehe sieh Bildungsmasse als Zelleninhalt und sog. Zellwand angelegt hat (Fig. 12. a.). Die grosse Mehrzahl der Kerne ist aber niemals von einer Zellwand umgeben, dagegen verdichtet sich um viele derselben eine Parthie der fein molecularen Grundsubstanz, es laufen von dieser um einzelne Kerne verdiehteten Grundsubstanz, dunkle aus derselben Substanz bestehende Fäden zu andern in gleicher Weise umhüllten Kernen, und man hat das vollständige Bild jungen „Sehleimgewebes“ vor sich, nur mit dem Untersehied von dem Virchow'schen Sehleimgewebe, dass nicht wirkliehe Zellen dureh Ausläufer, sondern nur Kernumhüllungsmassen ohne jede schärfere Begränzung unter einander durch fadenartige Massen in Verbindung stehen (Fig. 12.). — In den damit gebildeten Maschen liegen dann einzelne freie Kerne und ein Rest der Grundsubstanz. Ich stimme darnaeh ganz mit Kölliker darin überein, „dass jedes areoläre Bindegewebe ursprünglich in der Form des Sehleimgewebes auftritt.“ — Man glaubt es hier in der That in einigen Fällen sehr leicht mit Zellen zu thun zu haben, die verschiedene Ausläufer besitzen. Allein, ieh wiederhole es, es fehlt jede bestimmte Contour der Umhüllungsmasse der Kerne; man findet manche Kerne, um welehe sieh die Grundsubstanz erst an einer Seite oder in sehr unregelmässiger Form verdichtet hat (Fig. 12. b.), und hätte man es wirklich mit Zellen und deren Ausläufern zu thun, so würde man doeh einmal sicher aueh Zellen begegnen, an denen sieh die Ausläufer als wirklich dureh Ausbuchtungen einer bestimmt eontourirten Zellwand entstehend erkennen lassen. Das ist aber niemals der Fall. Auch ist besonders hervorzuheben, dass die jungen Ausläufer oder Verbindungsfaden selbst bei sehr starken Vergrösserungen sich niemals als hohle Gebilde erweisen, vielmehr einen soliden Faden

bilden, an dem man hie und da sehr deutlich das Hervorgehen aus aneinandergelagerten Molekülen beobachten kann. Die Bilder, welche man hier vor die Augen bekommt, gleichen oft täuschend jenen fadenförmigen, bald getrennten, bald verschmelzenden Ausläufern, welche man an Amoeben wahrnimmt und von denen Max Schultze ein so treffliches Bild gegeben hat. Die Kerne erscheinen wahrhaft als Krystallisationspunkte, um welche sich die Grundsubstanz nach und nach verdichtet. — An dieses erste zarte Gerüst des künftigen areolären Gewebes legen sich nach und nach nun mehr Kerne und dieselben umhüllende Massen der Grundsubstanz an, bis ziemlich breite jüngste Bindegewebsbündel hergestellt sind, die bald durch gleiche Bündel, bald aber auch nur durch einzelne resistente Fäden in Zusammenhang stehen (Fig. 11. a.). — Die Anlage ist damit fertig und die weitere Consolidirung der Grundmasse, Ausbildung elastischer Fasern und namentlich der sog. Bindegewebskörperchen erfolgt jetzt ganz in der oben geschilderten Weise. In den Maschenräumen finden sich nur einzelne Kerne, Fetttröpfchen und eine schwach molekulare, fast hyaline Grundsubstanz, über deren Beschaffenheit ich nichts anzugeben weiss, die aber später jedenfalls zum grössten Theil schwindet oder durch Fettzellen verdrängt wird.

Ich habe diesen Entwicklungsgang mehrfach bei Bindegewebs-Neubildungen so klar verfolgen können, dass ich an dessen Vorkommen nicht im Geringsten zweifle, will damit jedoch keineswegs die Möglichkeit ableugnen, dass sich auch hier wieder bei der Entwicklung der normalen Gewebe die ersten Anlagen des fibrillären Bindegewebes aus Zellen hervorbilden können. Nur muss ich den „Saftzellen" oder „Bindegewebskörperchen" auch hier durchaus die Natur wirklicher Zellen in Abrede stellen, und in Betreff der Bildung elastischer Fasern das bereits oben Erwähnte auch hier als zutreffend bezeichnen. — Hinzufügen möchte ich aber noch, dass ich bei manchen Neubildungen (Epulis, Brustdrüsengeschwulst, Uebergangsstellen von Cancroiden in das Unterhautbindegewebe u. s. w.) auf Bildungen gestossen bin, welche sich hier am nächsten anschliessen dürften. —

Die Bildungen bestehen aus einem feinen, nur mikroskopisch erkennbaren Maschennetz elastischer, gegen Säuren und Alkalien resistenter Substanz (Fig. 13.); die Maschen haben meistens eine rundliche oder ovale Form, und die Netze elastischer Substanz, deren eins über dem andern liegt, ohne dasselbe aber etwa zu decken, umschliessen dieselben mit meist scharfen Contouren. Die Maschen enthalten keine Formelemente, sondern scheinbar nur eine Flüssigkeit. In dem sehr resistenten Netzwerk selbst überzeugt man sich dagegen oft deutlich von der Anwesenheit von Zellenkernen,

während in andern Zügen nur ein dunkler Streifen die Stelle andeutet, wo etwa früher ein Kern gelegen hat. Die Erkenntniss der Bildung dieses „Gitterwerkes" ist nicht ganz leicht; ich glaube jedoch zu dem Ausspruch berechtigt zu sein, dass sie aus demselben „jungen Schleimgewebe" hervorgeht, welches so eben als die erste Anlage des areolären Bindegewebes dargestellt wurde. Der Unterschied in der Entwicklung besteht nur darin, dass sich hier den jüngsten Anlagen der Grundmasse um die Kerne weiterhin eine höchstens nur sehr geringe Menge von Grundmasse anlagert, in der anfänglich abgelagerten Grundmasse dagegen die Verdichtung mehr und mehr und bis zur Herstellung einer festen, elastischen Substanz fortschreitet. Die anfänglich noch grösseren Maschenräume nehmen dabei nach und nach an Umfang ab, und es scheint sich hier um eine wirkliche Retraction der Grundsubstanz, aus welcher das Netzwerk hervorgeht, zu handeln. Ich zweifle um so weniger an der Richtigkeit dieser Auffassung, als man hie und da vollständig die Uebergänge in wirkliches areoläres Bindegewebe verfolgen kann, und als ich die Entwicklung des fraglichen Gewebes direct aus kernhaltigem Blasteme ohne all und jeden Gehalt desselben an Zellen verfolgen konnte; — die Möglichkeit aber, dass auch diese Formation sich aus der Confluenz von spindelförmig ausgezogenen Zellen entwickeln kann, möchte ich dennoch nicht in Abrede stellen. Der gesammte flüssige Inhalt der Zellen würde sich in diesem Falle alsdann in elastische Substanz verwandeln müssen.

Als eine dritte Form des Bindegewebes hat Virchow das „Schleimgewebe" aufgestellt, (Leydig's Gallertgewebe, Kölliker's gallertiges Bindegewebe). Dasselbe soll vornämlich die „Wharton'sche Sulze", den Glaskörper u. s. w. constituiren. „Die eigentliche „Masse des Nabelstrangs besteht aus einem maschigen Gewebe, des„sen Maschenräume Schleim (Mucin) und einige rundliche Zellen ent„halten und dessen Lücken (?) aus einer streifig faserigen Substanz „bestehen. Innerhalb dieser letzteren liegen sternförmige Elemente; „wenn man durch Behandlung mit Essigsäure ein gutes Präparat „herstellt, so bekommt man ein regelrechtes Netz von Zellen zu „Gesicht (Fig. 42.), welches die Massen in regelmässige Abtheilungen „zerlegt, so dass durch die Anastomosen, welche diese Zellen durch „den ganzen Nabelstrang haben, eben auch eine gleichmässige Ver„theilung der Säfte durch die ganze Substanz möglich wird" (Cellularpathol. pag. 90.) —

Da Virchow stets nur schlicht von „dem Nabelstrange" spricht, so muss man annehmen, dass seine Angaben sowohl auf den Nabelstrang älterer als jüngerer Embryonen Bezug haben. So oft ich nun aber den Nabelstrang des ausgetragenen oder auch nicht ganz

ausgetragenen Kindes an irgend welcher Stelle seiner ganzen Länge untersucht habe, ist es mir unmöglich gewesen, Bilder zu gewinnen, wie sie Virchow in Fig. 42. oder Fig. 41. abbildet, und ich wage zu behaupten, dass in dem Nabelstrang des Neugeborenen durchaus keine netzförmig anastomosirenden Zellen und eine die Maschen ausfüllende schleimige Grundsubstanz, sondern nur eine äusserst zarte fibrilläre oder amorphe Grundsubstanz mit Zellenkernen in grösseren oder geringeren Abständen vorhanden ist, eine Substanz, die eine sehr bedeutende Imbibitionsfähigkeit besitzt und allem Anschein nach gar keiner besonderen Ernährungswege bedarf. — Die Oberfläche des Nabelstranges ist, wie Virchow richtig angiebt (pag. 89), von einem Epitel-Stratum gebildet, welches nicht nur viel, sondern eine vollkommene Aehnlichkeit hat mit der Epitel-Schicht der Hornhaut. Die drei Gefässe des Nabelstranges ferner sind von sehr dicken Wandungen umgeben, die aus dicht aneinander gelagerten glatten Muskelfasern bestehen *). Zwischen jenem Epitel-Stratum und diesen Muskelschichten liegt „die eigentliche Masse des Nabelstrangs"; diese besteht nun aber nicht aus einem „anastomotischen Netze von zelligen Elementen", sondern, wie erwähnt, aus einer sehr zart fibrillären, fast amorphen Grundsubstanz und in ihr eingeschlossenen Kernen. Die Zellenkerne sind meistens oval, oder länglich ausgezogen, und etwas dunkler als die sie umgebende Grundsubstanz, und treten ausserordentlich schön hervor, wenn man ein feines Schnittchen der eigentlichen Substanz des Nabelstrangs zunächst mit Essigsäure behandelt und ihm dann unter dem Deckgläschen ein Tröpfchen guter Carmintinte zufliessen lässt, eine höchst einfache Methode, die sich überhaupt für viele Untersuchungen der Bindegewebsformationen empfehlen lässt. Die rothe Tinte tritt zunächst bis an das Präparat unter dem Deckgläschen hinan, und es erfolgt dann eine langsame Imbibition, wobei die Kerne bei Weitem stärker tingirt werden, als die Grundsubstanz. — Die fraglichen Kerne liegen in der Grundsubstanz des Nabelstrangs in beträchtlicheren Abständen von einander, als im jungen Bindegewebe. Zellenwände finde ich aber niemals und, was sehr bemerkenswerth ist, die Grundsubstanz verdichtet sich auch an keiner Stelle der Art, dass man von ausgebildeter elastischer Substanz reden könnte, sie erscheint nur hie und da in nächster Nähe der Kerne deutlicher

*) Anmerkung. Virchow sagt pag. 88. der Cellularpathologie: „Auf einem Querschnitt durch den Nabelstrang bemerkt man, wie die dicke mittlere Haut ganz und gar aus glatten Muskelfasern besteht." — Dieser Ausdruck ist in sofern nicht correct, als es nicht eine mittlere Haut, sondern für jedes Gefäss eine besondere dicke Muskelhaut giebt. —

fibrillär, als in einiger Entfernung von denselben (s. Fig. 14.). In Folge dessen sieht man hier auch keine scharf contourirten „Bindegewebskörperchen", d. h. deutliche Kapseln oder Höhlungen, in denen die Kerne liegen, sondern nur sehr zarte oder auch gar keine Andeutungen von Spältchen der Grundsubstanz. Ich weiss sehr wohl, dass die die Kerne umgebenden, deutlicher hervortretenden Fasern der Grundsubstanz vielfach mit einander in Communication stehen, wodurch hie und da allerdings das Bild eines Zellennetzes entstehen kann. Allein eine aufmerksame Beobachtung lässt doch alsbald erkennen, dass es sich hier nicht um Ausläufer von Zellen handelt, sondern höchstens um Spältchen der Grundsubstanz, ganz ähnlich wie sie in ausgesprochener Weise in dem jungen lockigen Bindegewebe wahrnehmbar sind. — Die Grundsubstanz selbst ist äusserst succulent, und erscheint, wie erwähnt, entweder sehr fein fibrillär oder ganz ungeformt, aus einer fein molecularen Masse bestehend. — Nach dieser Darstellung entspricht die eigentliche Substanz des Nabelstranges einem sehr jungen Bindegewebe, ja fast nur dem kernhaltigen Blastem desselben, in dem die Kerne in ziemlich regelmässiger Anordnung vertheilt liegen und die Grundsubstanz eine gleichmässigere Beschaffenheit angenommen hat. — Ich mache mich gern anheischig, die Richtigkeit dieser Darstellung an jedem frischen Nabelstrange durch Präparate darzuthun, und conservire selbst Präparate, die keinen Zweifel daran zulassen. Es ist mir in der That nicht recht begreiflich, wie die oben erwähnten Bilder in Virchow's Cellularpathologie entstanden sind, und denke mir nur das als möglich, dass die Original-Präparate von trockenen und in Essigsäure gequellten Nabelsträngen entnommen sind. An solchen Präparaten entstehen hin und wieder allerdings Bilder, die den Virchow'schen annähernd ähnlich sind; man wird aber dieselben auch nimmer als zulässig für die Entscheidung über die normalen histologischen Verhältnisse zulassen wollen. —

Wenn nun diese Anschauung von dem Nabelstrange, als einem auf jüngster Stufe der Ausbildung stehenden Bindegewebe richtig ist, so ist es auch a priori schon sehr wahrscheinlich, dass wir ganz ähnlichen Bildungen in pathologischen Neubildungen begegnen müssen. — In der That ist dies auch in zweifelloser Weise der Fall. — Das zarte Gerüst von Medullarcarcinomen, von dem man oftmals schon durch Abschaben einer Schnittfläche Theile erhält, habe ich mehrfach aus dem fraglichen Gewebe bestehen sehen, und zwar sind mir diese Bildungen in Carcinomen vorgekommen, deren einzelne Zellen einen mittleren Grad der Ausbildung hinsichtlich der Grösse erfahren hatten. — Man findet hier das Gerüst aus einer kaum fibrillär erscheinenden Grundmasse und zahlreicher oder spär-

licher in derselben vertheilten Kernen bestehend, und erblickt um die Kerne herum oft ebenso einen lichten zarten Saum, der nach aussen wieder von leicht verdichteter Grundsubstanz begränzt wird, wie im Nabelstrang. — Was aber insonderheit bemerkenswerth sein dürfte, ist das, dass dieses Gewebe sich hier zum grossen Theil wenigstens direct aus den Krebszellen hervorbildet. — Ich habe auf das deutlichste verfolgen können, wie sich zunächst der Inhalt der Zelle molecular trübt, dann die Zellwand mehr und mehr an Schärfe der Zeichnung verliert und schliesslich der Kern nur in einer fein molecularen Grundmasse ohne irgend eine scharfe Begränzung eingebettet liegend erscheint. — Erfolgt dieser Vorgang nun an einer Reihe dicht aneinandergelagerter Zellen, so erhält man nichts anderes, als unser kernhaltiges Blastem, das sich dann nach einigen weiteren unbedeutenden Veränderungen zu dem „Nabelstranggewebe" gestaltet. Längsdehnung der Kerne, leichte Zerfaserung der Grundsubstanz und leichte Erhärtung derselben um die Kerne herum ist dabei die Hauptsache. — Die Analogie der Entstehung dieses Gewebes (Krebsgerüstes) und der des echt bindegewebigen Gerüstes bei den ausgebildetsten Carcinomen, von denen ich oben (pag. 376) gesprochen, liegt auf der Hand. Der Unterschied beruht nur darin, dass dort die Grundsubstanz deutlicher zerfasert und der Kern frühzeitig aus seiner Höhle (Bindegewebskörperchen) verschwindet, hier dagegen der Kern lange (vielleicht immer) persistirt und die Grundsubstanz nur eine unbedeutende Zerfaserung erfährt. In beiden Fällen geht aber das Bindegewebe (dort ausgebildetes, hier unausgebildetes) direct aus Zellen und ohne Dazwischentritt einer Intercellularmasse hervor. —

Recapituliren wir nun die vorstehenden Mittheilungen in aller Kürze, so ergiebt sich, dass meinen Beobachtungen zufolge jede Form des Bindegewebes hervorgeht entweder aus wirklichen kernhaltigen und unmittelbar aneinanderlagernden Zellen, oder aus einem kernhaltigen Blasteme, in dem durchaus von Zellen nicht die Rede sein kann. Das Bild der sog. „Bindegewebskörperchen" entsteht aber zunächst dadurch, dass sich die Grundsubstanz — einerlei ob vorher in Zellen eingeschlossen oder nicht — um den Kern herum (zu elastischer Substanz) verdichtet, und denselben nun wie in eine Kapsel oder Spalte einschliesst: kein „Bindegewebskörperchen" entspricht einer wirklichen Zelle. Grundsubstanz und Kerne verhalten sich alsdann bei weiterer Entwicklung der Gewebe sehr verschieden. Tritt vollständige Zerfaserung (organische Krystallisation) in ihr ein, so entsteht das fibrilläre, geformte lockige Bindegewebe, in dessen Spältchen die Kerne in der Regel ganz geschwunden sind; ist die Zerfaserung der Grundsubstanz weniger vollständig, oder treten in

ihr sog. elastische Fasern in reicherer Anzahl hervor, so entsteht das homogene Reichert'sche Bindegewebe, in dem die Kerne ebenfalls nicht persistiren; consolidirt sich die Grundsubstanz nur theilweise, in einzelnen Zügen, und tritt in der Mitte der Räume zwischen den einzelnen Zügen des ursprünglichen kernhaltigen Blastems gar keine Consolidation ein, so entsteht das areoläre Bindegewebe, dessen Maschen mit einer geringen Menge Flüssigkeit oder mit sog. „Fettzellen" ausgefüllt sind, in dem man nach Kernen aber ebenfalls vergebens sucht; und bleibt endlich die ganze Grundsubstanz weich oder erfährt sie eine nur sehr zarte Zerfaserung, so erhalten wir jenes sulzige Gewebe, als dessen Prototyp das Gewebe des Nabelstranges gilt, ein Gewebe, welches sich insonderheit dadurch auszeichnet, dass die Kerne in der Grundsubstanz persistiren. — An diese Formationen würde sich dann noch die auf pag. 300 beschriebene anschliessen, in der die Kerne ebenfalls wenigstens grösstentheils persistiren, die Grundsubstanz aber nur eine theilweise Consolidation, und zwar dicht um die Kerne herum erfährt, so dass damit wieder Maschenräume in derselben entstehen müssen. — Die Abstammung und Bildung der Bindegewebe aus kernhaltigem Blastem scheint mir dabei im Allgemeinen ungleich häufiger, als die aus wirklichen Zellen. Der letztere Fall scheint sich nur auf einige pathologische Neubildungen (Krebse) und auf die allerjüngsten Anlagen des Bindegewebes bei Embryonen (nach Kölliker's bestimmter Angabe) zu erstrecken; während der erstere Fall ohne Frage bei der Mehrzahl der pathologischen Neubildungen und bei allem Waehsthum der Bindegewebe vorliegt.

Nach diesen Erfahrungen, nach meinen kurzen Andeutungen in Betreff der Pigmentzellen des Auges, nach Beobachtungen ferner an den jüngsten Schichten epitelialer Gewebe, in denen sich in der That keine Zellwände finden, so wie endlich nach Beobachtungen über Gefässneubildungen, in Betreff deren ich auch auf Reichert's Abhandlung in den „Studien des physiologischen Instituts zu Breslau, 1858, „Beobachtungen über die ersten Blutgefässe und deren Bildung" verweise, scheint es in der That, dass die Lehre von dem Hervorgehen der Gewebe aus wirklichen Zellen grosse Einschränkungen erfahren muss, und dass das Bildungsmaterial verschiedener Gewebe vielmehr ein kernhaltiges Blastem, als eben eine Anzahl von Zellen ist. — Der Kern der Zelle ist das Wesentliche und die Bildung der Zellwände erscheint als etwas sehr Secundäres und für den Aufbau der Gewebe meist Untergeordnetes. — Vielleicht liegt die Zeit nicht fern, wo unsere Ansichten über die Zellwand überhaupt bedeutende Aenderungen erfahren werden, denn nur zu oft tritt uns der Zweifel entgegen, ob wir sie als wirklich isolirbare

Membran oder nur als eine verdichtete Gränzschicht einer einen Zellenkern umhüllenden Bildungsmasse zu betrachten haben. — Darauf kann ich hier jedoch nicht näher eingehen. — Wenn aber Virchow eben auf die Anschauung von in Intercellularsubstanzen enthaltenen Zellen wesentlich sein Gebäude der Cellularpathologie aufbaut, wenn er der „Reizbarkeit" dieser Zellen eine sehr wesentliche Rolle bei dem pathologischen Geschehen zuschreibt, so kann ich nach meinen Vorausschickungen nicht umhin, die Richtigkeit dieser Lehre in Zweifel zu ziehen, und könnte überhaupt eine allgemeine, den Anforderungen der Pathologie genügende Abstraction von der Betrachtung der anatomischen Verhältnisse im gesunden und kranken Zustande gemacht werden, so würde man noch eher zu einer Nuclearpathologie, als zu einer Cellularpathologie gelangen. Die Kerne erhalten sich in der irgendwie veränderten Grundsubstanz allerdings an manchen Localitäten lange Zeit, und sind allem Ansehein nach, auch für lange Zeit bei geeigneter Befruchtung (durch Exsudate, Impfungen gewisser Stoffe etc.) entwicklungs-, vermehrungsfähig. Aus ihnen kann sich auch unter Umständen sehr wohl wieder eine Zelle entwickeln, ebenso wie ihre ursprüngliche Mutter eine Zelle war. Sehr sinnreich vergleicht Baur die hier in Frage stehenden Erscheinungen dem Generationswechsel im niedern Thierreich. Allein Kernvermehrung oder Kernwucherung in einem Blasteme sind eben sehr verschieden von Kernwucherung in Zellen und nachfolgender Zellentheilung, und so wenig ich auch unter andern Umständen in Anbetracht der eben besprochenen Verhältnisse der Zellwand auf diese Differenz bestehen möchte, ich muss auf diesen Umstand deshalb einen Nachdruck legen, weil Virchow gerade der Reizbarkeit der Zellen eine so hohe Bedeutung für das Zustandekommen pathologischer Neubildungen zuschreibt. — Ich halte bei einer grossen Reihe von diesen Vorgängen an dem entzündlichen und nicht entzündlichen, die Gewebe durchtränkenden Exsudat oder Blastem mit Bestimmtheit fest. Ist dasselbe der Art, dass es die vorhandenen Zellenkerne zu Wucherungen befähigt, oder gleichzeitig auch der Art beschaffen, dass es die Bildung von „Zellenwänden" um die Kerne begünstigt, so werden kernhaltige Blasteme oder Zellen tragende Blasteme resultiren, und je nach den tausend verschiedenen Möglichkeiten der chemischen Beschaffenheit des zu Anfang indifferenten Blastems werden alsdann auch eben so viele Möglichkeiten für die formelle Entwicklung einer Neubildung gegeben. Andererseits gebe ich aber auch vollkommen die Möglichkeit zu, dass einzelne wirkliche Zellen oder Zellenkerne vermöge einer pathologisch-chemischen Zusammensetzung der Ausgangspunkt für weitere pathologische Bildungen sein können, und dass wir in diesem

Falle auch auf einzelne histologische Elemente recurriren müssen, um die Entwicklung einer etwaigen Neubildung zu begreifen. Aus dem einen kranken Kern oder der einen kranken Zelle bilden sich jetzt ein zweiter, ein dritter und hunderte kranker Kerne und Zellen, und den localen Ursprung mancher Dyscrasieen stelle ich deshalb nicht in Abrede, weil jene abnormen Bildungen auf die Zusammensetzung des gesammten Bildungsmaterials mit der Zeit allerdings einen bedeutenden Einfluss ausüben können. — Mir schwebt bei dieser Darstellung insonderheit die Entwicklung von krebsigen Neubildungen aus pigmentirten Naevis vor Augen, und hier allerdings möchte ich von nichts weniger als einem Blastem der Neubildung sprechen. Die fruchtbare Anregung, welche Virchow den pathologischen Bestrebungen gegeben hat, tritt in diesem Falle ohne Frage als eine stets anerkennenswerthe und ehrenvolle hervor, denn einerlei für diesen Augenblick, ob Kern, ob Zelle der endliche Ausgangspunkt, es ist in der That ein letztes formelles Element des lebendigen Organismus, welches denselben bildet. — Wie aber immer, weder im ersten noch im zweiten Falle scheinen mir die Erscheinungen durch eine hypothetische „Reizung" der Gewebselemente erklärt werden zu können. Welches sind denn die „Reize" und woher kommen sie? Und wird wirklich ein Zellenkern oder eine Zelle durch irgend welche fremdartige Stoffe, Störungen des Zusammenhangs etc. zur Wucherung angeregt, ist damit schon deren Activität erwiesen und die bestimmte Richtung oder Art der Wucherung gegeben? Wird die Eizelle durch die Befruchtung ein actives Gebilde, welches die zu seiner Entwicklung nothwendigen Stoffe mit einer gewissen Begier und nach eigner Auswahl an sich heranzieht? Steht es in unserer Hand, die „Gewebselemente" so zu reizen, dass einmal Krebs, das andre Mal Fibroid, das dritte Mal Tuberkel entsteht? — Die Exsudation kann auf den verschiedensten Verhältnissen beruhen und lässt sich oftmals erklären, ohne dass wir im Geringsten genöthigt wären, auf eine „Reizung" der Gewebselemente zurückzugreifen; ja Virchow erklärt sich selbst in seiner spec. Path. und Therap. I. pag. 66 für die Entstehung parenchymatöser Exsudate in Folge von „Atonie der Gefässe". Die pathologische Beschaffenheit, und namentlich die chemisch-pathologische, ganz vereinzelter Gewebselemente ist oftmals angeboren (Naevus), und wenn auch vielleicht bei Impfungen, Aetzungen u. s. w., so dürfen wir doch auch hier wenigstens oftmals von nichts weniger als von einer Reizung sprechen. — In welcher Art nun aber im ersten Falle das Exsudat die betroffenen Gewebe zur Wucherung und Neubildung anregt, welcher Art ferner die Neubildung ist, welche sich im zweiten Falle von dem einzelnen Elemente aus ent-

wickelt, das hängt dort wohl wesentlich von den qualitativen und quantitativen Verhältnissen des Exsudats selbst und hier aller Wahrscheinlichkeit nach von der Störung der Mischung des einzelnen Elementes ab. So wenig reif auch diese Gegenstände bis dahin für eine weitere Besprechung sind, so viel, meine ich, ist doch klar, dass wir mit dem Worte „Reizung" nicht viel gewonnen haben *).

Nach dieser Digression kehre ich zu unserm Gegenstande zurück. Ich gelange zur Besprechung der Verhältnisse des Knorpels.

Nach Virchow (Cellularpath. pag. 41) stellt der hyaline Knorpel die einfachste Form der Bindegewebe dar. Das „Knorpelkörperchen" ist identisch mit dem „Bindegewebskörperchen". Es liegen im Knorpel „runde Zellen in gewissen Abständen und dazwischen tritt Intercellularsubstanz ein". — Diese Beschreibung ist weniger genau, als sie Virchow selbst an einem andern Orte giebt. In

---

*) Anmerkung. Ich kann es nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, um wie viel näher Virchow m. g. E. der Wahrheit im Isten Bande seines Archivs, als in dem zu Anfang dieser Abhandlung citirten Resultate seiner Cellularpathologie kam. Dort heisst es in der Arbeit über die Entwicklungsgeschichte des Krebses pag. 110: „Alle organische Bildung geschieht aus amorphem Material; sowohl Ernährung, als Neubildung, embryonale und pathologische, besteht ihrem Wesen nach in der Differenzirung von formlosem Stoff, mag er fest oder flüssig sein. Dieses ist der Fundamentalsatz der Entwicklungsgeschichte, dass alles Bildungsmaterial formlos ist, und ich glaube zu der Feststellung desselben etwas beigetragen zu haben, indem ich den Nachweis führte, dass auch der geronnene Faserstoff formlos sei (Froriep's N. Notizen. № 769; Zeitschr. für rationelle Medicin. 1846. Bd. V. p. 215). Das formlose Blastem tritt aber unter allen Verhältnissen flüssig aus dem Blute aus, denn die unverletzten Gefässwandungen sind nur für Flüssigkeiten permeabel; es ist ein mehr oder weniger unveränderter Theil der formlosen Blutflüssigkeit, des Blutplasma's. Das flüssige Blastem nennen wir, wo es in physiologischen Verhältnissen besteht, Ernährungsflüssigkeit, Ernährungsplasma, in pathologischen Exsudat. Alle pathologische Neubildung von grösserem Umfang führen wir auf Exsudat zurück, obwohl damit nichts andres gesagt ist, als eine quantitativ oder qualitativ veränderte Ernährungsflüssigkeit."

Dieser Satz lässt sich heutigen Tages fast noch in seinem ganzen Umfang vertreten. Es würde nur hinzuzufügen sein, dass aller Wahrscheinlichkeit nach jedes spätere formelle Element auf präexistirende formelle Elemente, auf Zellen oder Zellenkerne, und insbesondere auf letztere zurückgeführt werden muss, und dass das „formlose Blastem" nur als eine die präexistirenden Gewebselemente befruchtende und je nachdem zu dieser oder jener, zu grösserer oder geringerer Wucherung anregende Flüssigkeit zu betrachten, und dass es scheinbar eben diese Wucherung der Formelemente ist, welche die „Differenzirung von formlosem Stoff", eine itio in partes desselben, bedingt. —

seinem Artikel „das normale Knochenwachsthum und die rhachitische Störung desselben“ (Virchow's Archiv. Bd. V. pag. 418. Anmerkung) findet sich folgende Stelle: „Es möchte nothwendig sein, „hier ein Wort über die Bedeutung des Ausdrucks „Knorpelzellen“ „vorauszuschicken. Meiner Ansicht nach, die ich an verschiedenen „Orten entwickelt habe, ist jedes sog. Knorpelkörperchen, d. h. das „in der Knorpelhöhle liegende Körperchen eine Zelle mit Membran, „Kern und Inhalt. Diese Zellen können sehr klein und geschrumpft „sein, allein doch kann man sich von ihrer Identität mit den gro„ssen, deutlichen Knorpelzellen überzeugen, wie sie z. B. am Ossi„ficationsrande liegen, wo man deutlich eine Zellmembran als Be„gränzungshaut um den körnigen Inhalt erkennen kann und wo sie „sich zuweilen aus ihren Höhlen auslösen. Macerirt man Knorpel „von Kindern mit concentrirter Salzsäure, wie ich angegeben habe, „so kann man alle Knorpelzellen isoliren, auch die kleinen und fla„chen am Gelenkrande des Knorpels, und man sieht dann in ihnen „deutlich den Kern, umschlossen von einer geschrumpften Haut mit „körnigem Inhalt. Von diesen Knorpelzellen, die in Hohlräumen „liegen, unterscheide ich die oft um sie herumlaufende, dickwan„dige Kapsel, wie ich das in meiner Arbeit über die endogene Zel„lenbildung beim Krebs des Weitläufigen geschildert habe. Ob dies „einfach eine verdickte frühere Zellwand ist, scheint mir noch im„mer zweifelhaft, jedenfalls ist es dieselbe Substanz, wel„che die Intercellularsubstanz bildet. Ich unterscheide „daher die Grund- oder Intercellularsubstanz, die Höh„len und ihre Kapseln, endlich die Zellen oder Körper„chen.“

Halten wir uns zunächst an diese Beschreibung, so ist darin so klar als möglich ausgesprochen, dass im Knorpel die sog. „Knorpelkörperchen“ (= Zelle nebst Inhalt und Kern) in einer Kapsel oder Höhle liegen, dass diese Kapsel unmittelbar von der Intercellularsubstanz gebildet wird, und dass die Knorpelkörperchen mit dieser Kapsel durchaus keine Verbindung haben, vielmehr so lose darin liegen, dass sie leicht herausfallen. — Ich stimme mit dieser Beschreibung des Knorpels durchaus überein, abgesehen nur davon, dass ich mich oftmals nicht von einer wirklichen Wand der den Kern des Knorpelkörperchens umgebenden Umhüllungsmasse habe überzeugen können und den Inhalt älterer und jüngster Knorpelkapseln nicht für durchaus identisch halten kann. — Hält man nun aber hiemit das Bild des „Bindegewebskörperchens“ zusammen, so hat man schon ohne Weiteres zwei sehr differente Dinge vor sich. Die scharf contourirte „Zellwand des Bindegewebskörperchens“ hängt ja so fest mit der Intercellularsubstanz des Bindegewebes zusammen,

dass es kaum jemals gelingt, sie zu isoliren, und wenn es gelingen sollte, doch nur durch Zerstörung der Intercellularsubstanz geschehen kann. — Die zarte „Zellwand des Knorpelkörperchens“ hängt aber mit der Knorpelkapsel gar nicht zusammen, die „Zelle“ oder das „Körperchen“ fallen vielmehr oft auch schon ohne jede Behandlung des Knorpels mit Salzsäure etc. heraus, so dass man die leeren Kapseln vor sich bekommt. Es gleicht hiernach schon die äussere Begränzung des Bindegewebskörperchens weit mehr der Knorpelkapsel, als der „Zellwand“ oder äusseren Begränzung des „Knorpelkörperchens“, denn für jene trifft eben dasselbe zu, was für die Knorpelkapsel gilt: sie ist fest mit der sog. Intercellularsubstanz verbunden, ja sie repräsentirt in beiden Fällen einen Theil dieser Substanz selbst. — Und in der That, vergleicht man die mikroskopischen Bilder der jungen Knorpelkapsel und der äusseren Begränzung („Zellwand“) des Bindegewebskörperchens, so sind beide in Zeichnung, Lichtreflex u. s. w. so ähnlich, dass man nur zu leicht geneigt ist, sie für identisch zu halten. Diese Identität von Knorpelkapsel und äusserer Begränzung des Bindegewebskörperchens zugegeben, finden wir nun aber in den Kapseln beim Bindegewebe jedenfalls oder höchstens nur einen Kern, im ausgebildeten Knorpel aber eine Zelle mit mehr oder weniger deutlicher Zellwand, eine Differenz, die denn doch gross genug ist, um den Versuch einer Identificirung beider „Körperchen“ aufgeben zu lassen. — Doch man giebt jene Identität vielleicht nicht zu. Nun gut. Dann fehlt dem Bindegewebskörperchen auf alle Fälle die Kapsel, welche das „Knorpelkörperchen“ umgiebt, und diese lässt sich denn doch nicht ohne Weiteres übersehen. Die Differenz ist also auch in diesem Falle offenbar. — Und soll ich noch auf das „anastomosirende Zellennetz“ im Bindegewebe und auf den gänzlichen Mangel jeder unmittelbaren Communication zwischen den „Knorpelkörperchen“ hinweisen? — Wie kann darüber nur ein Zweifel bestehen? Im Bindegewebe Spältchen oder Höhlungen (Virchow's Zellen), die unter einander in unmittelbarer Communication stehen und in sich gar kein formelles Element oder einen Zellenkern enthalten; im fertigen Knorpel Höhlungen, die durchaus von einander getrennt sind, und in sich allemal nicht nur einen Kern, sondern auch eine Umhüllungsmasse des Kerns enthalten, eine Masse, die bald deutlicher, bald weniger deutlich von einer wirklichen Wand, d. h. also einer Zellwand begränzt wird, aber immer locker in der Höhlung eingebettet liegt! In der That, hält man sich an die fertigen Gewebe, so kann es kaum zwei Dinge geben, welche differenter sind als Knorpel und Bindegewebe, oder auch nur „Knorpelkörperchen“ und „Bindegewebskörperchen“, eine Ansicht, an der die bei einigen

Thieren und bei Enchondromen vorkommenden sternförmigen, von Queckett (im Catalogue of the histological series contained in the Museum of the R. C. of S. Vol. I. Pl. VI. u. VII.) nicht sehr deutlich gezeichneten Körperchen nichts ändert *). —

Die Anschauung von der Identität der Körperchen ist aber vielleicht auch wesentlich in andrer Weise entstanden, und zwar in Folge des Vergleiches der jüngsten Partheien des Knorpels mit Bindegewebe oder auch der Beobachtung der Uebergänge des einen in das andre. — Ich muss dies wenigstens vermuthen nach der Darstellung, welche Virchow selbst im V. Bande seines Archivs in einem Artikel „über ein zusammengesetztes gallertiges Cystoid" in Betreff der Entwicklung des hyalinen Knorpels aus Bindegewebe giebt. Die „Bindegewebskörperchen" werden darnach einfach dadurch zu „Knorpelkörperchen", dass sie sich mit einer Kapsel umgeben, während die streifige Grundsubstanz des Bindegewebes gleichzeitig das gestreifte Ansehen verliert und zur hyalinen Grundsubstanz des Knorpels wird. —

Um in dieser Beziehung ein Urtheil zu gewinnen, bedarf es eines sorgfältigen Studiums der äusserst schwierig zu verfolgenden Wachsthumsgeschichte des Knorpels. Leider! sind auch hier die Ansichten noch sehr different. Während Kölliker z. B. das Wachsthum der Knorpel nur „durch endogene Zellenvermehrung und durch Ablagerung einer Zwischensubstanz aus dem Blutplasma zwischen die in jedem Knorpel anfänglich allein vorhandenen Zellen" entstehen lässt und von dem Wachsthum durch Apposition neuer Knorpellagen aussen auf den fertigen Knorpel (Gerlach) sagt, dass dasselbe nirgends mit Sicherheit constatirt sei **), giebt Förster ***) wenigstens die Umwandlung von „Bindegewebskörperchen" in „Knorpelzellen" in Enchondromen zu und erwähnt, „dass die kleinsten einfachen Knorpelzellen spindelförmig waren und nur dadurch von den Bindegewebszellen unterschieden werden konnten, dass sie von einer scharf contourirten Knorpelkapsel umgeben waren." In Betreff der Enchondrome hat Virchow seine Ansicht a. a. O. klar dargelegt. Für den normalen Knorpel dagegen scheint er, nach zwei mir vorliegenden Stellen zu urtheilen, ein Wachsthum durch Apposition

---

*) Eben so wenig, wie beim Bindegewebe, ist es mir beim Knorpel gelungen, die Grundsubstanz durch Salzsäure oder 1 — 2stündiges Kochen aufzulösen, so dass die „Körperchen" allein zurückbleiben. — Wohl habe ich aber fast in jedem Knorpelpräparate einzelne isolirte „Knorpelzellen", auch schon ohne jede Behandlung erhalten. –

**) Vgl. Handbuch der Gewebelehre. 3te Aufl. 1859. pag. 65.

***) Vgl. Allgem. patholog Anatomie. 1855. pag. 127.

nicht zuzulassen. An der ersten dieser Stellen (Würzb. Verhandl. II. pag. 153) heisst es: „Dasjenige, was schwer mit Sicherheit zu ermitteln ist, möchte meistentheils das Vorkommen wirklicher Zellen in den kleinen, flachen Höhlen des Knorpels, z. B. in der Nähe der Oberflächen sein. Sehr häufig kann es hier scheinen, als sei die Membran der Zelle mit der Intercellularsubstanz verschmolzen und nur Inhalt mit Kern übrig geblieben. Allein bei vorsichtiger Untersuchung, insbesondere bei langsamer Einwirkung von Essigsäure, häufig auch nach Maceration in Salzsäure sieht man deutlich eine ganze Zelle mit Kern und Inhalt in der Höhle. — — — Bei einfacher Untersuchung frischer, nicht weiter behandelter Schnitte wird man allerdings meist zu sehen glauben, was Reichert (Jahresber. für 1847 in Müller's Archiv. S. 63) beschreibt, dass die Zellenmembranen mit der Intercellularsubstanz verschmelzen und die Zellen bis nahezu auf die Kerne verkümmern." Und an der zweitgenannten Stelle (Cellularpathol. pag. 42): „Hier (an der Oberfläche des Gelenkknorpels) tritt also, ohne dass das Gewebe aufhört Knorpel zu sein, ein Typus auf, den wir viel regelmässiger in Bindegewebsformationen antreffen, und es kann leicht daraus die Vorstellung erwachsen, als sei der Gelenkknorpel noch mit einer besondern Membran überzogen. Dies ist jedoch nicht der Fall, es legt sich keine Synovialhaut über den Knorpel; die Grenze gegen das Gelenk hin ist überall vom Knorpel selbst gebildet." Die Literatur ist so überreich an Beobachtungen und Mittheilungen bestimmter Ansichten in Betreff dieses Gegenstandes (Bruch, Günsburg, Reichert, Baer, Henle, Aeby u. A.), dass es unmöglich ist, dieselben hier nur zu berühren. Ich lege deshalb sogleich meine eigenen Beobachtungen vor, auf Grund derer ich mir sodann eine Ansicht auszusprechen erlaube.

Macht man einen Querdurchschnitt durch den knorpeligen Schenkelkopf oder eine Epiphyse bei 6 — 7 monatlichen menschlichen Embryonen, so ist die Schnittfläche überall sehr feucht und glänzend, in der mittlern Parthie milchweiss oder bläulichweiss, in der Peripherie aber meistens mehr oder weniger gelbröthlich. — Man könnte diese gelbröthliche Färbung vielleicht als eine Leichenerscheinung aufzufassen geneigt sein. Ich habe sie jedoch bei sehr frischen Leichen, die noch keine Spur der Verwesung zeigten, aufgefunden, und in der Umgebung eines an Blut bekanntlich sehr reichen Ossificationspunktes bei älteren Embryonen, wo also die beste Gelegenheit zu einer solchen Imbibition gegeben wäre, findet sich die Färbung gar nicht, oder in nur sehr geringer Ausdehnung. Es müssen hier also besondere Verhältnisse für die Entstehung derselben gegeben sein, und liegen diese einmal wahrscheinlicher Weise

in dem Blutreichthum der peripherischen Knorpelkanälchen *) und der dem Knorpel anliegenden jungen Synovialmembran, so scheinen sie andrerseits auch wesentlich durch eine besondere Imbibitionsfähigkeit des peripherischen Theiles des Knorpels bedingt zu sein. — Auch in den tieferen Partieen des Knorpels kommen Knorpelkanälchen vor; bei Neugeborenen finden wir daselbst die erwähnten blutreichen Ossificationspunkte. Trotzdem findet sich die rothgelbe Färbung aber nur in der Peripherie des Knorpels, um ganz allmählig gegen das Centrum hin abzunehmen. Ich meine, man muss daraus nothgedrungen auf eine grössere Imbibitionsfähigkeit und Weichheit, so wie auf das Vorhandensein einer reichlichen Menge von Ernährungsflüssigkeit in den peripherischen Schichten des Knorpels schliessen, und man wird beim Anblick eines solchen Knorpeldurchschnitts unwillkürlich zu der Ansicht geleitet, dass diese Schichten die jüngsten, dass sie Bildungsschichten des Knorpels seien. In dieser Ansicht werde ich noch durch die Beobachtung bestärkt, dass bei lange Zeit hindurch in verdünnter Salzsäure gelegenen embryonalen Knorpeln die äussere Schicht derselben gallertartig aufquillt, während die tieferen Schichten ihre Festigkeit ziemlich unverändert behalten. Diese Quellung ist zwar, je weiter man sich von der Diaphyse entfernt, um so unbedeutender und gehört wesentlich der jungen Synovialmembran an. Allein sie ist doch über den ganzen Knorpel verbreitet und es lässt sich an ihm in seinem ganzen Umfange eine erweichte lockere Schicht von der tiefer gelegenen festeren Masse unterscheiden. — Macht man nun aber dieselben Querdurchschnitte durch die Knorpel von Neugeborenen, so ist die farbige peripherische Schicht gar nicht mehr vorhanden oder sehr bedeutend reducirt. Die Schicht muss demnach schon weniger imbibitionsfähig geworden sein, und geht man mit dem Querschnitt oder auch einem Längsschnitt gerade durch einen Ossificationspunkt und erblickt dessen Bluthältigkeit, so wird man eben so unwillkürlich, wie im ersten Falle, und zumal bei Kenntniss der Vorgänge im Knorpel in nächster Nähe des Ossificationspunktes, — zu der Ansicht gedrängt, dass die den Knorpel durchtränkende Flüssigkeit von dorther stamme, und von dem Centrum nach der Peripherie hin vorschreite. —

Bringt man jetzt dieselben und nun so zart als möglich von der äussersten Peripherie bis in das Centrum des Knorpels abgetrennten Schnitte bei starker Vergrösserung ($^1/_{750}$) unter das Mikro-

---

*) Anmerkung. Ob die Knorpelkanälchen wirkliche Blutgefässe enthalten, ist mir zweifelhaft geblieben. Sicher enthalten viele ein kernhaltiges Blastem und nahe den Wandungen ein sehr junges Bindegewebe.

skop, so findet man Folgendes, vorausgesetzt, dass man auch wirklich die äussersten peripherischen Schichten des Knorpels mitbekommen hat:

Die äusserste Schicht — an Epiphysen äusserst zart und dünn, bei Knorpeln, die mit Perichondrium versehen sind oder in Bindegewebe übergehen, etwas stärker *) — besteht aus einem kernhaltigen Blastem und bei permanenten, mit einem Perichondrium versehenen Knorpeln zugleich aus ganz jungem Bindegewebe, welches sich in der oben beschriebenen Weise aus dem kernhaltigen Blastem hervorbildet (Fig. 15. a.). Dasselbe oft deutlich genug kernhaltige Blastem findet sich auch in einzelnen kleinen Knorpelkanälchen, deren Durchschnitte fast in jedem Schnitte enthalten sind, und annähernd ähnlich, wie von der äusseren Peripherie des Knorpels, kann man von diesen Knorpelkanälen aus die hier gegebene Darstellung verfolgen. — Um sich von der Anwesenheit der Kerne in einer ungeformten Grundmasse zu überzeugen, bedarf es hier der längeren Beobachtung des Knorpels unter Einwirkung von Essigsäure. Ich wiederhole, dass diese Schicht äusserst zart und dünn ist, aber doch ist sie auch bei Neugeborenen noch nachweisbar; von der Identität der in den Knorpelkanälen enthaltenen Massen und der äussersten peripherischen Masse der Gelenkknorpel überzeugt man sich aber leicht. — Die zweite Schicht, welche ebenfalls nur eine sehr geringe Breite besitzt, aber lichter erscheint als die erste, enthält vorzugsweise spindelförmige Körperchen, welche die grösste Aehnlichkeit mit „Bindegewebskörperchen" haben, und in der That nichts andres zu sein scheinen, als Höhlungen in der Grundsubstanz, welche in Form der Kapsel einen ovalen oder rundlichen Kern des kernhaltigen Blastem's umschliessen (Fig. 15. b Fig. 16. b. c. d.). Dass ein Kern vorhanden ist, geht aus der Behandlung des Präparates mit Essigsäure meistens deutlich hervor. Ohne solche Behandlung erscheinen die Contouren desselben aber oft nicht scharf, und zwar deshalb nicht, weil er bereits von einer geringen Menge eines fein molekularen Blastem's, dem künftigen „Zelleninhalt", umgeben ist. Dass es sich andrerseits wirklich um eine Kapsel handelt, geht daraus hervor, dass dieselbe den den Kapseln eigenthümlichen Lichtreflex darbietet (gegen das Licht zu meistens eine äussere dunkle und innere lichte Begränzung), dass sie fest und innig mit der Grundsubstanz zusammenhängt, d. h. einen Theil dieser selbst repräsentirt, und daraus endlich, dass man sie mitunter leer antrifft,

*) Ich empfehle für diese Untersuchung den Schenkelkopf menschlicher Embryonen und Neugeborener und namentlich Schnitte, die zugleich das Lig. teres mit treffen.

indem ihr Inhalt, den ich als „Kernmasse“ bezeichnen will, herausgefallen ist. Ein wenig weiter gegen die dritte Schicht zu nehmen die kleinen Kapseln oftmals schon eine sehr verschiedene, rundliche oder unregelmässige Form an, und nicht selten erblickt man jetzt in ihnen den Kern etwas grösser geworden, sehr schön rund, deutlicher umgeben von einer sehr fein getrübten, aber nichts weniger als scharf begränzten Umhüllungsmasse, und, was sehr auffallend ist, äusserst häufig ein oder zwei kleine Fetttröpfchen (Fig. 16. e.). Die Kernmassen sind dabei oft nicht, oft aber schon deutlich durch einen zarten, lichten Saum von der dunklen äussern Kapselcontour getrennt, ein Saum, von dem ich annehmen möchte, dass er durch eine Verdickung der Kapselwand hervorgebracht wird. — Bei dem Vorhandensein des schönen runden Kerns erscheinen diese peripherischen kleinen „Knorpelzellen“ oft ganz so, wie die in nächster Nähe des Ossificationspunktes gelegenen, nur mit dem Unterschiede, dass die letzteren etwa 3 — 4 mal so gross sind (Fig. 16. f.). — Man gelangt jetzt in eine dritte Schicht, die sich von der zweiten durch eine gelblich-grauliche, namentlich bei Behandlung mit Essigsäure also erscheinende Färbung der Grundsubstanz unterscheidet, ohne jedoch irgendwie scharf gegen dieselbe abgesetzt zu sein. Hier behält man zunächst ziemlich gleiche Bilder, wie in der zweiten Schicht. Nur findet man allmählig die Kerne von einer dichteren, fein molekularen Masse umgeben, und es tritt deutlicher ein lichter Raum zwischen dieser und der äusseren Kapselcontour, so wie eine bestimmtere Abgränzung der Umhüllungsmasse des Kerns auf, so dass man eine wirkliche Zellwand zu sehen meint (Fig. 16. g.). Weiter gegen das Centrum des Schnittes hin beginnt dann aber die eigentliche Wucherungsschicht. Hier kommen die vielfältigsten Längs- und Quertheilungen von Kernen, ganzen Kernmassen oder sog. Knorpelzellen und sofortige Einschiebungen der Grundsubstanz (der Kapselwände) zwischen die getheilten Formelemente vor, Vorgänge, auf deren schon oftmals gegebene Beschreibung ich mich hier nicht näher einlassen will. Nur den einen Umstand möchte ich hervorheben, dass man in den jungen, von Kapseln umgebenen, aus der Theilung hervorgegangenen Elementen auch hier oft nicht eine wirkliche Zelle zu erblicken vermag, dass der Inhalt vielmehr oft nur einem Kern, oder einem von einer geringen Menge fein molecularer Masse umgebenen Kern, oder auch nur einer solchen Masse ohne wahrnehmbaren Kern, aber mit einigen Fetttröpfchen, entspricht (Fig. 15. d. — Fig. 16. h.) *). — End-

*) In Fig. 15. habe ich die Schicht c. viel schmäler gezeichnet, als sie in natura ist, um der Figur nicht eine zu grosse Ausdehnung zu geben und doch alle 4 Schichten zur Anschauung zu bringen.

lich gelangt man in die Nähe des Ossificationspunktes, wo die eben bezeichnete Wucherung der einzelnen „Knorpelzellen“ die grösste Intensität erreicht, und die grössten, ausgebildetesten Knorpelzellen in einer doppelt contourirten Kapsel zu finden sind (Fig. 20.).

Was die Vertheilung von umkapselten Zellen und Grundsubstanz in diesen verschiedenen Schichten anbetrifft, so liegen die ersteren in den peripherischen Schichten, insonderheit zu Anfang der genannten dritten Schicht, sehr dicht und verhältnissmässig wenig Grundsubstanz findet sich zwischen ihnen. Mehr gegen das Centrum zu rücken sie aber weiter auseinander, die Grundsubstanz nimmt an Masse verhältnissmässig bedeutend zu. In der Nähe des Ossificationspunktes gewinnen dagegen die Zellen in Folge massenhafter Wucherung und beträchtlicher Ausdehnung (Quellung) wieder das Uebergewicht; die Grundsubstanz bildet nur schmale Streifen zwischen den einzelnen Knorpelzellenheerden. —

Diese Beschreibung ist wesentlich nach zwei frischen Präparaten gegeben, die ich noch conservire. Das eine war ein Schnitt von der Oberfläche des caput femoris gegen das Ligam. teres eines $7^1/_2$ monatlichen Foetus zu, das andre von dem process. spinos. eines Wirbels eines 16 wöchentlichen Kindes, das an spina bifida zu Grunde gegangen war. — Nicht immer gelingt es jedoch, wie ich ausdrücklich bemerken möchte, so klare Bilder zu erlangen, und was Henle schon in seiner Allgem. Anatomie 1841. pag. 793 sagt, wird immer wahr bleiben: „In der Form der Kerne, der Zellen, und der einschliessenden Höhlungen herrscht die grösste Mannigfaltigkeit.“ — Man findet Kapseln, die noch sehr zart sind und einen sehr deutlichen Kern enthalten, übrigens aber von einer äusserst fein getrübten, der Grundsubstanz im Lichtreflex ganz ähnlichen Masse erfüllt sind; man glaubt eine Zelle ohne jede Kapsel vor sich zu sehen (Fig. 16. c.). Man findet eine geschrumpfte Masse von dunkler Contour umgeben und um die letztere herum einen mehr oder weniger breiten lichten Saum; ein Kern ist in jener Masse nicht wahrnehmbar. Aber dennoch ist er in ihr vorhanden, denn durch Behandlung mit concentrirter Kochsalzlösung oder Essigsäure vermag man die schönsten rundlichen oder ovalen kernhaltigen „Zellen“ in jene geschrumpften Massen überzuführen (S. Fig. 20.). Welche Veränderungen der Kapselwände aber in jedem einzelnen Falle die verschiedenartigen Lichtreflexe bedingen, vermag ich nicht mit Gewissheit anzugeben. Oft (so namentlich auch beim Kalbsknorpel) finde ich alle inneren Kapselcontouren um die geschrumpfte oder nicht geschrumpfte Zelle herum dunkel und diese dunkle Contour von einem hellen Lichtsaum umzogen (Fig. 16. i.), oft wieder ist entschieden die äussere Kapselcontour dunkel und sie ist von

der Contour der Knorpelzelle durch einen lichten Saum getrennt. In andern Fällen wieder, und namentlich in eben aus der Theilung einer Zelle hervorgegangenen Produkten gelingt es mir durchaus nicht einen Kern zu entdecken; statt seiner finde ich nur 1, 2 oder 3 kleine Fetttröpfchen (Fig. 16. h.). Existirt hier wirklich kein Kern? — Solche eben aus der Theilung hervorgegangene Produkte besitzen oftmals auch trotz ihrer Aehnlichkeit mit den erwähnten geschrumpften Massen keine so scharf ausgeprägte dunkle Contour, wie oben angegeben. Fehlt aber diese, so fehlt auch der dort erwähnte lichte Saum um die Kapsel herum, und beide diese Erscheinungen des Bildes hängen deshalb wohl wesentlich von Verhältnissen der Kapselwand ab. Auch bedarf es der Erwähnung, dass isolirte Knorpelzellen selten eine so scharfe und dunkle äussere Contour besitzen, wie sie sie in der Mehrzahl der Fälle in den Kapseln besitzen, so dass die Kapsel auch wieder für sie zum Theil wenigstens bedingend zu sein scheint. — Ueber all diese Verschiedenheiten kann nur ein lang und oft wiederholtes Studium des Knorpels einige Klarheit gewinnen lassen. Zu einem endgültigen bestimmten Abschluss sind wir m. g. E. aber trotz tausendfältiger Beobachtungen noch immer nicht gelangt.

Kehren wir nunmehr zu der Frage nach dem Wachsthum des Knorpels zurück, so muss ich zuvor bemerken, dass ich über die Entstehung der ersten Knorpelanlagen keine eigenen Beobachtungen besitze. Nach allen darüber vorliegenden Mittheilungen (Schwann, Henle, Köllıker u. A.) leidet es aber wohl keinen Zweifel, dass dieselben unmittelbar auf gewisse Embryonalzellen zurückgeführt werden müssen. Vermuthen möchte ich jedoch, dass diese Embryonalzellen nun nicht sofort dadurch zu Knorpelzellen werden, dass eine beliebige Zwischenmasse (Intercellularsubstanz) zwischen sie eingeschoben wird; sie scheinen vielmehr selbst die grösste Bedeutung für die Bildung und Qualität der Intercellularsubstanz zu besitzen, und deren chemische Eigenthümlichkeit sowohl, als ihre Fähigkeit zur Bildung der Kapselwände in irgend welcher Weise zu bedingen; ja es möchte immer noch fraglich sein, ob nicht ein grosser Theil der Inhaltsmassen der Zellen selbst unter Schwund der Zellwand zur Intercellularsubstanz wird, so dass dann zunächst nur Kerne in derselben liegen, diese aber alsbald eingekapselt werden und sich dann wieder (durch Apposition von Blastem um sie herum) zu Zellen ausbilden. Sei dem, wie ihm wolle, ich vermag darüber am wenigsten zu entscheiden, halte aber auch die bisherigen Untersuchungen bei ihrer mangelnden Uebereinstimmung durchaus nicht für abgeschlossen. Was dagegen das spätere Wachsthum des Knorpels anbetrifft, so scheint mir dasselbe nach

meinen vorstehenden Mittheilungen in doppelter Weise bedingt, und diese Duplicität wieder Folge eines den Knorpel von zwei Seiten treffenden Ernährungsstromes zu sein. Der eine Strom geht vom Centrum des Knorpels (den künftigen oder schon vorhandenen Ossificationspunkten) gegen die Peripherie desselben hin. Er dringt bis dicht an die Peripherie vor und ist das Befruchtende für die bereits vorhandenen formellen Elemente des Knorpels. Die in den Kapseln vorhandenen „Zellen" werden angeregt zur Theilung und mit dieser Theilung geht eine Zunahme der Intercellularsubstanz, so wie ständige Neubildung von Kapseln — (Verdichtung der Grundsubstanz um die Theilungsprodukte?) — Hand in Hand. Die in den jüngsten Kapseln enthaltenen Kerne erhalten aber zunächst eine Bildungsmasse zugeführt, mit der sie sich umgeben, um zu „Zellen" zu werden und diese Postformation der Umhüllungsmassen der Kerne scheint mir eben eine besondere physiologische Bedeutung zu besitzen; denn durch sie wird das kernhaltige Blastem hergestellt und gewissermaassen in der Knorpelgrundsubstanz aufgespeichert, welches demnächst der Knochenbildung als Grundlage dienen soll. — Der andre Ernährungsstrom trifft den Knorpel aber an seiner Peripherie; er wird ihm von den benachbarten Geweben aus zugeleitet; und dass er an allen später mit Perichondrium versehenen oder in Bindegewebe übergehenden Knorpeln, so wie an der Wand der Knorpelkanäle (und wahrscheinlich auch an der äussersten Peripherie der Epiphysen) zunächst die Vermehrung und Wucherung eines kernhaltigen Blastem's bedingt, scheint mir trotz vieler gegentheiliger Aeusserungen nicht zweifelhaft. Dies von früher Zeit her vorhandene, kernhaltige Blastem ist nach der früheren Darstellung Ausgangspunkt für die Bindegewebsneubildung; um die Kerne herum bilden sich Kapseln oder Erhärtungsschichten der immer deutlicher als faserig erscheinenden Grundsubstanz. Allein sobald dieses Blastem von dem erstgeschilderten Ernährungsstrom neues Material zugeführt bekommt, geht kein Bindegewebe, sondern Knorpel aus ihm hervor. Die Kapseln bilden sich unter allen Umständen auch hier um die Kerne des Blastems herum. Während aber bei der Ausbildung des Bindegewebes die Kapseln allmählig enger und schmaler werden und der Kern meistens zu Grunde geht, nimmt bei Ausbildung des Knorpels die Kapsel an Umfang zu und der Kern persistirt nicht nur in jeder Kapsel, sondern umgiebt sich stets auch, und zwar sehr frühzeitig, mit einer Umhüllungsschicht („Zelleninhalt" und „Zellenwand"), ja er wird zum Muttergebilde einer unbestimmten Anzahl weiterer Knorpelkerne und Knorpelkernmassen oder „Knorpelzellen." Darnach muss ich also glauben, dass der Knorpel nicht allein von innen nach aussen, durch Vermehrung der ursprüng-

lichen Elemente, sondern auch durch Apposition neuer Elemente von aussen eine Massenzunahme erfährt, und wenn diese letzteren Elemente aus einem kernhaltigen Blastem hervorgehen, so sind Knorpel und Bindegewebe allerdings genetisch identisch, eine Identität, die dann aber am Ende auf alle Gewebe, als aus Embryonalzellen und kernhaltigem Blastem abstammend, passt. Die weitere Entwicklungsgeschichte der Elemente lässt dagegen sofort auch die Identität der Knorpelkapsel und der Wand des sog. Bindegewebskörperchens erkennen, und die grosso Differenz zwischen Knorpel und Bindegewebe besteht darin, dass in jenem in Kapseln oder Höhlungen eine bis zum vollendeten Wachsthum des Knorpels als solchen ständig proliferirende kernhaltige Bildungsmasse eingeschlossen liegt, in diesem dagegen die analogen Kapseln oder Höhlungen meistens ihren Inhalt oder Kern ganz verlieren, und wenn sie ihn behalten, doch nur unter pathologischen Verhältnissen in ihm ein wucherndes Gebilde besitzen.

Ich entferne mich mit dieser Anschauung von derjenigen sehr geachteter Beobachter. Trotzdem kann ich nach allseitiger Ueberlegung nicht von ihr abstehen und in der That finde ich zwischen den natürlichen Verhältnissen des Knorpels und den denselben gegebenen Deutungen manche schwer zu lösende Widersprüche. — Jeder Beobachter wird zugeben, dass die Knorpelkörperchen (unter denen ich jetzt Kapsel mit Inhalt verstehe) an der Peripherie des Knorpels stets beträchtlich kleiner sind, als gegen das Centrum hin. Sollen alle Formelemente von dem letzteren aus entstehen und gegen die Peripherie hin vorgeschoben werden, so würde man nothgedrungen auch annehmen müssen, dass sie, und ebensowohl die Intercellularsubstanz wieder verkümmern, und ein solcher Vorgang scheint mir doch, alle Verhältnisse des Knorpels in dem sich entwickelnden Organismus in Anschlag gebracht, allzuwenig annehmbar. Freilich verkümmern auch im Bindegewebe mit dessen weiterer Ausbildung die „Bindegewebskörperchen"; allein hier gehen wesentliche Veränderungen in der Grundsubstanz vor sich, und die Zerfaserung und Consolidirung dieser führt, wie es scheint, den Untergang des Inhalts der Körperchen, sowie das Schwinden der Höhlungen, die Confluenz oder Contiguität der Wandungen derselben herbei. — Will man aber die peripherischen Schichten des Knorpels selbst als die hauptsächlichen Bildungsschichten desselben betrachten, in denen sich die „kleinen Zellen" (Virchow. Cellularpath. pag. 42) durch ständige Theilung vermehren, um nun gegen das Centrum hin vorgeschoben und eingekapselt zu werden, so müssten diese Theilungen in der Peripherie des Knorpels auch ganz

vorzugsweise angetroffen werden. Das ist aber, so weit meine Erfahrung reicht, nicht der Fall; die eigentliche Wucherung der „Knorpelzellen“ durch Theilungen erfolgt nicht in nächster Nähe der Peripherie, sondern erst in einiger Entfernung von ihr und erreicht bekanntlich den höchsten Grad in der Nähe der Ossificationspunkte. Diese und andre Schwierigkeiten sind leicht überwunden, wenn man annimmt, dass der Ernährungsstrom des Knorpels, welcher von dem Centrum nach der Peripherie gerichtet ist, die älteren „Knorpelzellen“ zur Erzeugung einer Anzahl von jungen Elementen („Knorpelzellen“ und Kapseln) befähigt, dass er aber auch eindringt in das junge Gewebe, welches an der Peripherie und an den Wänden der Knorpelkanälchen aus kernhaltigem Blastem hervorging, und dass er nun durch Vermehrung der Grundsubstanz sowohl ein Auseinanderrücken dieser Elemente, als auch die Entwicklung der Kernumhüllungsmassen in den zunächst nur einen Kern bergenden Kapseln veranlasst. — Die von dem bezeichneten Strome gelieferte Ernährungsflüssigkeit dringt in alle Theile der jüngsten Knorpelschichten ein, und was durch solche Ströme im pathologischen Zustande (Exsudate) an noch vorhandenen Kernen des Bindegewebes geschehen kann, geschieht hier normaler Weise an den Kernen in den Knorpelkapseln: sie werden zu „Zellen“ durch Anziehung und Verdichtung einer geringen Menge von Blastem um sich herum. —

Ich habe mehrfach erwähnt, dass ich mich an den in den Knorpelkapseln enthaltenen „Zellen“ nur selten von einer wirklichen Zellwand habe überzeugen können. Meistens ist dieselbe allerdings in dem unzerstörten Knorpel so scharf gezeichnet, dass man kaum an ihrem Vorhandensein zweifeln möchte. Aber dennoch, ein näheres Beobachten lässt sehr gerechte Bedenken gegen diese Existenz aufkommen. Zunächst ist es sehr bemerkenswerth, dass die isolirten Knorpelzellen, wie erwähnt, nur höchst selten die scharfe Begränzung zeigen, welche sie in ihren Kapseln darbieten, so dass man nothgedrungen annehmen muss, die Kapsel selbst trage zur Erscheinung dieser scharfen Zellencontour bei. Es ist dazu keineswegs erforderlich, dass die leeren Kapseln eine innere scharfe Contour besitzen und darbieten, — und dies ist in der That höchst selten der Fall — (s. Fig. 16. k.), der Lichtreflex allein kann sehr wohl jene Erscheinung hervorbringen. Andrerseits tritt aber bekanntlich an jungen sowohl, als namentlich an den älteren, in der Nähe des Ossificationspunktes gelegenen grossen Knorpelzellen mit ihren (1—2) schönen runden Kernen oftmals von selbst sowohl, als nach Behandlung mit verschiedenen Reagentien die sog. Schrumpfung ein. — Die Contouren dieser geschrumpften Massen sprechen aber oft so wenig für das Vorhandensein einer Zellenwand, die Erschei-

nung des Schrumpfens selbst ist eine für ausgebildete Zellen so wenig gewöhnliche Erscheinung, dass ich, ohne die Existenz der Wand an manchen Zellen bestreiten zu wollen, doch ihr regelmässiges Vorhandensein bezweifeln möchte. Ich bin vielmehr geneigt, die in den Knorpelkapseln enthaltenen Massen in der Mehrzahl der Fälle nur als ein kernhaltiges Blastem zu betrachten, das sich nur chemisch vielleicht von demjenigen unterscheidet, aus welchem ich oben die Entstehung des Bindegewebes ableitete, und ich möchte sie lieber Bildungskugeln, ganz ähnlich den Furchungskugeln des Eies, als Zellen nennen. — Ob aber auch eine wirkliche Zellwand vorhanden ist, ob nicht, — es kommt in der That darauf nicht viel an —, diese Ansicht steht im vollkommensten Einklang mit dem später zu erwähnenden Schicksal des Inhaltes der Knorpelkapseln bei dessen Ossification; der gesammte Inhalt eines Haufens von umkapselten „Knorpelzellen" fliesst zu einer kernhaltigen Blastemmasse zusammen. — Ich muss hinzufügen, dass es mir sehr wohl bekannt ist, dass unter den Augen des Beobachters, und am besten durch concentrirte Kochsalzlösungen, sofort das Schrumpfen der Knorpelzellen herbeigeführt werden kann, und dass man durch Zusätze von Wasser die ursprüngliche Form und Ausdehnung der Zellen restituiren kann. Diese Vorgänge habe ich vielfach unter meinen Augen erfolgen sehen und sorgfältig beobachtet. Allein meine oben ausgesprochene Ansicht hat dadurch keine Aenderung erfahren, und wenn die geschrumpften Zellen auf ihr altes Volumen zurückkehren und die Zellwand scheinbar in ihrer vollen Ausdehnung wieder erscheint, so muss man wohl überlegen, dass sich die kernhaltige Masse eben in einer Kapsel befindet, und wenn sie dieselbe vollständig ausfüllt, sehr leicht das Bild einer bestimmten Zellwand entstehen kann *). —

Sollte ich nach allem diesen nun aber die physiologische Bedeutung des Knorpels bezeichnen, so würde ich Folgendes sagen: Der Knochenknorpel hat eine doppelte Bedeutung für den Aufbau des Organismus. Einmal ist er bestimmt, die Form des späteren Knochens zu präformiren. Andrerseits aber dient er zur Ansammlung, Vermehrung und Aufspeicherung einer Quantität kernhaltigen Blastems, welches allein die Fähigkeit besitzt, wirklichen Knochen zu bilden, eine Bedeutung des Knorpels, die mir bisher mehr oder

*) Anmerkung. Ich empfehle diese Beobachtungen bei verschiedenen Einstellungen des Tubus vorzunehmen. Bei höherer Einstellung erscheint die Höhlung der Kapsel, in der die geschrumpfte Masse liegt, blaugrau, bei mittlerer Einstellung erblickt man eine sehr zarte innere Kapselcontour, bei tieferer Einstellung ist die Höhlung glänzend hell.

weniger verkannt zu sein scheint. Und weshalb wählte die Natur diesen Umweg? Weshalb liess sie das kernhaltige Blastem oder das aus ihm hervorgehende junge Bindegewebe nicht überall (wie bei den mit wenig Recht sog. secundären Knochen) sofort ossificiren? — Ich möchte darauf antworten, weil sie nicht sofort die hinreichende Menge von phosphorsaurem Kalk und andern unorganischen Substanzen zur Hand hat, um die Ossification erfolgen zu lassen, das kernhaltige Blastem oder Bindegewebe aber auch nur in dem jüngsten Stadium seiner Entwicklung ossificirt, und auf diesem Stadium ohne besondere Einrichtungen nicht erhalten werden konnte. Ausserdem konnte aber auch nur durch ein relativ so festes Gebilde, wie es der Knorpel ist, die Form des Knochen präformirt werden. Ist diese Form vollendet, ist Kalk u. s. w. genug vorhanden, um das kernhaltige Blastem ossificiren zu lassen, beginnt, wie wir hören werden, wirkliche Blutgefässneubildung, so schwindet der Knorpel als solcher, seine Grundsubstanz geht zu Grunde und die Inhaltsmassen seiner Kapseln bilden eben die osteogene oder ossificirende Substanz. Die Verknöcherung selbst aber erfolgt alsdann ganz nach dem Schema der Ossification des jungen Bindegewebes der sog. secundären Knochen. —

Es bleibt mir übrig, die histologischen Verhältnisse des Knochens zu besprechen. — Am leichtesten lässt sich die Entwicklung desselben an den sog. secundären Knochen (den Schädeldecken u. s. w.), sowie beim Dickenwachsthum der Röhrenknochen verfolgen, und das unmittelbare Hervorgehen des Knochens aus jungem Bindegewebe, dessen Grundsubstanz den Kalk aufnimmt, kann nicht dem mindesten Zweifel unterliegen. — Es ist hier aber nochmals der wichtige Umstand hervorzuheben, dass Bindegewebe nicht auf jeder Stufe seiner Entwicklung zu wirklichem Knochen umgewandelt werden, diese Umwandlung vielmehr nur an einem Bindegewebe geschehen kann, welches auf sehr niedriger Stufe der Ausbildung steht, und, wie es scheint, auch nur unter besonderen Verhältnissen der Ernährung, unter reichlicher Zufuhr von Ernährungsflüssigkeiten. — Aelteres Bindegewebe verkalkt oder „petrificirt“ nur, wie Virchow sehr richtig pag. 327 der Cellularpathol. andeutet; nur aus ganz jungem Bindegewebe geht, und zwar nur unter gewissen Verhältnissen, wirklicher Knochen hervor. —

Die gröberen anatomischen Verhältnisse des Knochens muss und darf ich hier unberücksichtigt lassen. Meiner Aufgabe entsprechend habe ich es nur mit den sog. „Knochenkörperchen“, sowie mit deren Verhältniss zur Grundsubstanz des Knochens zu thun. In Betreff dieser sagt Virchow (pag. 74 der Cellularpathol.) Folgendes: „Als man die Entdeckung machte, dass grade umgekehrt, wie

„man geglaubt hatte, die Vertheilung des Kalkes in dem Knochen-„gewebe stattfindet, so ging man alsbald in das andre Extrem über, „indem man an die Stelle des Namens der Knochenkörperchen den „der Kochenlücken (Lacunen) setzte und annahm, der Knochen ent-„halte nur eine Reihe von leeren Höhlen und Kanälen, in welche „allenfalls eine Flüssigkeit eindringe, welche aber eigentlich doch „nur Spalten innerhalb des Knochens darstellten. Einzelne nannten „sie auch geradezu Knochenspältchen. Ich habe mich nun bemüht, „auf verschiedene Weise den Nachweis zu führen, dass sie wirkli-„che Körperchen seien und nicht blosse Höhlen darstellen in einem „dichten Grundgewebe, dass sie mit besonderen Wandungen und „eigenen Grenzen versehene Gebilde vorstellen, welche sich von „der Zwischensubstanz trennen lassen. Denn man kann durch che-„mische Einwirkung es dahin bringen, dass man die Körperchen „aus der Grundsubstanz frei macht, indem man diese auflöst. Da-„durch ist wohl am sichersten der Nachweis geliefert, dass es „wirklich für sich bestehende Gebilde seien. Ueberdies findet man „innerhalb dieser Körper einen Kern und auch ohne auf die Ent-„wicklungsgeschichte überzugehen, ergiebt sich, dass man es auch „hier wieder mit zelligen Elementen sternförmiger Art zu thun hat. „Die Zusammensetzung des Knochens zeigt uns demnach ein Gewebe, „welches sich zusammensetzt aus einer scheinbar ganz homogenen „Grundmasse, in welcher in sehr regelmässiger Weise sich die ei-„gentlichen sternförmigen Knochenzellen finden."

Von dieser Anschauung muss ich eben so und in derselben Weise abweichen, wie von der oben in Betreff des Bindegewebes angeführten, und so richtig ich es finde, Bindegewebe und Knochen vom histologischen Standpunkte aus zu identificiren, so wenig kann ich doch auch hier das Vorhandensein von Zellen in einer Intercellularsubstanz zugeben.

Am einfachsten lassen sich die Verhältnisse an der verknöchernden Kopfhaube von Embryonen übersehen. — Zwar habe ich nicht Gelegenheit gehabt, die ersten Ossificationspunkte der Schädelknochen zu untersuchen, allein 7monatliche Embryonen und selbst Neugeborene genügen oft vollkommen, um über die Entwicklung des Knochens eine klare Anschauung zu gewinnen. — Ueber die bei diesen zu beobachtenden Verhältnisse habe ich Folgendes anzugeben.

Die schon ossificirten Theile der Schädelknochen einer Seite sind mit denen der andern Seite durch eine scheinbar einfache fibröse Haut verbunden. Diese scheinbar einfache Haut besteht aber aus drei Lagen, und die deutlich ausgebildeten Fasern der inneren, wie der äusseren Lage schneiden die undeutlich zerfaserte mittlere

Lage unter spitzen, rechten und stumpfen Winkeln. Die innere und äussere Lage — die spätere Dura mater und das Pericranium — sind dabei schon ausgebildet bindegewebiger Natur. Trennt man dieselben aber von der mittleren Lage, was sehr leicht geschehen kann, wenn man da, wo in der letzteren schon vollständige Ossification eingetreten ist, einen Querschnitt in dieselben macht, und sie nun von der mittleren Lage herunterzieht, so sieht man einmal die jüngsten Parthieen des Knochens in der Form sehr zarter kleiner Spitzen oder Stacheln vorschiessen und sich fortsetzen in eine ganz junge Bindegewebsmasse, und andrerseits erhält man von der inneren, dem Knochen zugewandten Fläche der abgezogenen Membranen durch Abschaben leicht eine Masse, die nur als ein kernhaltiges Blastem oder ganz junges Bindegewebe betrachtet werden kann. — Zwischen zwei Lagen ziemlich entwickelten Bindegewebes ist also eine Knochenbildungsschicht eingeschlossen, und diese besteht, ehe die Ossification selbst erfolgt, aus einem kernhaltigen Blastem und einem auf sehr junger Stufe der Entwicklung stehenden Bindegewebe, in dem namentlich noch wohl erhaltene Kerne zu finden sind. —

Entfernt man nun die Dura mater und das Pericranium so vorsichtig als möglich von der jüngsten Parthie, dem Rande des Knochens, schneidet alsdann ein Stückchen aus diesem Rande aus und betrachtet ein davon angefertigtes mikroskopisches Präparat zunächst mit der Loupe, so sieht man die einzelnen zarten Spitzen der Knochenbälkchen ganz unmerklich übergehen in das dunkler als sie selbst erscheinende junge Bindegewebe, und durch dasselbe Bindegewebe sind auch die einzelnen Knochen-Spitzen oder Stacheln von einander getrennt, oder, wenn man will, mit einander verbunden. Geht man aber ein wenig weiter gegen die schon älteren Knochenparthieen zu, so sieht man die einzelnen Knochen-Spitzen an Breite zunehmen, so dass sie sich fast schon berühren. Allein sie sind noch durch eine dunkle Linie getrennt, und betrachtet man diese Linie jetzt bei etwa 80facher Vergrösserung, so erkennt man an einem frischen Präparate alsbald, dass diese dunklere Linie von Bindegewebe gebildet wird, in dem sich Blut befindet. Es findet hier eine Blutgefässentwicklung Statt, und ich zweifle kaum, dass diese Bildung ganz nach dem von Reichert *) als allgemeingültig

*) Reichert sagt a. a. O. pag. 32: „Nach meiner Ueberzeugung darf nicht daran gezweifelt werden, dass, wie für das Herz mit seinem Inhalte, so auch für die übrigen embryonalen Gefässe mit ihrem Blute an Ort und Stelle, wo sie liegen, gemeinschaftliche Anlagen sich sondern, in welchen durch einen nachträglichen Sonderungsact die Axensubstanz oder centrale Masse zur

hingestellten contemporanen Entwicklungsgange von Blut und Blutgefäss u. s. w. Statt hat. — Noch ein wenig weiter gegen die ältere Knochenparthie zu wird diese Linie schmäler; das Blutgefäss ist noch wahrnehmbar, aber es ist bereits von einem jungen Knochengewebe überdeckt und schimmert nur durch dasselbe hindurch; von seiner bindegewebigen breiten Hülle ist nichts mehr vorhanden. — Das Bild, welches ich in Fig. 17. von der ossificirenden Kopfhaube eines 16wöchentlichen, an Spina bifida leidenden Kindes gezeichnet habe, stellt diese Verhältnisse bei 80facher Vergrösserung dar, jedoch ohne Einschluss der letztbeschriebenen Schicht. —

Wendet man nunmehr eine stärkere Vergrösserung ($^1/_{350}$) an, und geht man von der noch lockeren, bindegewebigen Wand des jungen Blutgefässes nach rechts oder links vor, so sieht man die an dieser Wand selbst noch deutlich wahrnehmbaren spindelförmigen „Bindegewebskörperchen" breiter und breiter werden, und bemerkt in ihnen deutlich einen ovalen Kern, der durch einen sehr zarten lichten Raum von der ebenfalls noch zarten Kapselwand des Körperchens getrennt ist (Fig. 18. — In a. b. c. d. e. ist die allmählige Entwicklung des Knochenkörperchens schematisch dargestellt). — Allmählig treten Ausbuchtungen an dieser Wand hervor, die Contour derselben wird schärfer, dunkler, während gleichzeitig die Grundsubstanz sich immer mehr lichtet und den bekannten Glanz der Knochengrundsubstanz annimmt. Jetzt treten in der an Masse etwas zunehmenden Grundsubstanz zarteste Spältchen (wie Fäserchen aussehend) sowohl von den Kapselwänden aus, als ohne jede Verbindung mit denselben auf, und das Bild des Knochens ist ziemlich vollendet. In manchen Kapseln oder Höhlen (Knochenkörperchen) ist noch ein Kern wohl erhalten und auf den ersten Blick sichtbar. Aber in manchen ist er auch bereits geschwunden, und so namentlich in den ausgebildetesten, die in der Medianlinie der Knochenbälkchen, in weitester Entfernung von dem Blutgefäss liegen. Kann man über den physiologischen Nexus dieser Bildungsvorgänge lange in Zweifel sein? In der That haben wir hier etwas ganz Aehnliches vor uns, wie beim Knorpel. Ein kernhaltiges Blastem und ein junges Bindegewebe entsteht fern von sichtbaren Blutgefässen, und wie es scheint, aus der die Gewebe und Gewebsanlagen tränkenden Ernährungsflüssigkeit. — Jetzt entwickeln sich aus und in diesem kernhaltigen Blastem und jungen Bindegewebe Blutgefässe, durch welche die betreffenden Parthieen in lebhafteren und ergiebigeren Austausch mit dem Blute selbst gelangen. Ein

Anlage für das zugehörige Blut, die peripherische Rindenschicht für die Gefässwandung bestimmt werden und respective sich darein verwandeln." —

neuer Ernährungsstrom dringt in sie ein, und was nicht zur Blut- und Gefässwand-Bildung selbst verwandt wird, erfährt zunächst eine leichte Quellung und weiterhin als sehr junge Bindegewebsmasse die Imprägnation mit Kalk, ein Vorgang, für dessen klare Auffassung uns bis dahin leider! die chemischen Kenntnisse fehlen. Wie auffallend aber gerade hier, dass die äussere und innere Bekleidung der mittleren „Knochenbildungsschicht" nicht verknöchern! Sie sind schon Bindegewebe älteren Datums; die Anziehungskraft für den Kalk u. s. w. kann in ihnen nicht mehr vorhanden sein. Es erfolgt alsbald die fast gänzliche Trennung; und noch lockerer als das Pericranium hängt die dura mater mit dem jungen Schädelknochen zusammen.

Deutlicher noch, als die Worte es vermögen, lassen sich diese Bildungsvorgänge aus den beigefügten Abbildungen (Fig. 17. u. 18.) ersehen. Ich habe mich bemüht, die Natur so treu als möglich wiederzugeben, gestehe aber gern, dass Licht und Schatten, Glanz und mattes Colorit in diesen Bildern sich in einer Weise vertheilt finden, dass ich unfähig bin, ein ganz getreues Abbild der Natur zu entwerfen. — So viel aber wird Jedem klar sein, dass ich die „Knochenkörperchen" ganz mit den „Bindegewebskörperchen" identificire. Beide sind meiner Ansehauung zufolge Höhlungen in einer Grundsubstanz; und wenn zu Anfang ihrer Entwicklung in beiden ein Kern zu finden ist, so schwindet er doch auch in der Regel in beiden späterhin, und eine leere Luft oder Flüssigkeit führende Höhle bleibt zurück. Während das Bindegewebskörperchen aber mit der Zeit mehr und mehr an Weite verliert und zu einem sehr schmalen Spältchen zusammengedrückt wird, behält das von unbeweglichen starren Wandungen umgebene Knochenkörperchen Zeitlebens seine einmal erlangte Grösse bei. Und seine sog. Ausläufer? Ich kann aus verschiedenen Gründen zu keiner andern Ansicht gelangen, als dass sie feinste Spältchen oder Risse der Grundsubstanz darstellen, durch welche hindurch ein Saftaustausch zwischen den einzelnen Körperchen ermöglicht wird; sie sind scheinbar nur die Reste der durch die Verknöcherung der Grundsubstanz eingeengten Verbindungswege der Ernährungsflüssigkeiten zwischen den einzelnen „Körperchen." Beim Bindegewebe hindert die Imbibitionsfähigkeit der Grundsubstanz nirgends das „Transito-Geschäft" zwischen den einzelnen Gewebsspältchen auf breiter Strasse; beim Knochen sind nur enge Gassen für dasselbe geblieben zwischen den undurchdringlichen Kalkmauern, und eben dieses Verhältniss bedingt auch, wie mir scheint, die zackige Form des „Knochenkörperchens" *).

*) Anmerkung. Sehr richtig bemerkt in dieser Beziehung H. Müller

Auch hier wieder erhobt nun Virchow als Hauptbewois für die Richtigkeit soiner Anschauung die Isolirbarkeit verästelter, kernhaltiger Zellen, d. h. der Knochenkörperchen. — Ich habe mich so streng als möglich an die Vorschriften Virchow's (Würzburger Verhandl. a. a. O. pag. 150) gehalton, aber es ist mir nicht gelungen, auch nur eine einzige verästelte, sternförmige Knochenzelle zu isoliron. — Behandolte ich den frischen Knochen (mit oder ohno vorhergohendes Kochen) mit concentrirter Salzsäure, längere sowohl als kürzere Zeit, so bekam ich mitunter zunächst ein Bild, welches täuschend ähnlich dem einos osteomalacischen oder cariösen oder osteoporotischen Knochens, kurz eines Knochens war, dem durch einen pathologischen Process die Kalksalze entzogen wurden (s. Fig. 22). Zunächst verliert die Grundsubstanz ihren hellen Glanz, sie wird leicht molekular getrübt und ziemlich dunkel, während sich die Contouren des Knochenkörperchens und der sog. Ausläufer noch erhalten. Dann beginnt aber allmählig die ganze Masse lichtgrau zu werden, die genannten Contouren werden immer undeutlicher, sie sind nur noch als punktirte Linien sichtbar, und nech einen Schritt weiter, so ist es nicht mehr möglich, die frühere Stelle des Knochenkörperchens zu finden. Es bleibt eine ganz formlose molekular getrübte Masse zurück; mit dem ganzen Gewebe haben sich auoh seine bestimmt contourirten Lücken verloren. Diese Beobachtung habe ich oft wiederholt mit demselben Erfolge angestellt, und namentlich an cariösen Knochenbälkchen, an denen die Knochenkörperchen noch trefflich erhalten sind, gelang es mir, mit concentrirter Schwefelsäure diese Erscheinung hervorzubringen. Bei andern durchaus gesunden frischen Knochen ergab sich ein anderes Resultat. Hier erhielten sich die Formen der einzelnen Knochenlamellen in zarter Andeutung, aber doch deutlich genug; die ganze Grundsubstanz blieb nach Entfernung des Kalkes ziemlich licht, leicht molekular getrübt. Von den Knochenkörperchen aber schwandon zunächst die Ausläufer total, und es blieben an der Stelle des Körperchens selbst nur kleino ovale oder zackige Höhlungen, an denen durchaus keine besondere Abgränzung gegen die Grundsubstanz zu erkennen war, deren vorher lichtes Centrum jetzt aber oft getrübt erschion, so dass man einen Kern in dem Körperchen zu sehen meinte. Ob dies ein wirkliches Kerngobilde ist, ist mir sehr zweifelhaft, und namentlich deshalb, weil man zuvor nichts von einem Kern wahrnahm. Wodurch die Trübung (ich kann nur

---

in s. Schrift „Ueber die Entwicklung der Knochensubstanz etc. Leipzig 1858." pag. 166: „Sobald eine feste Grundsubstanz an einer Seite der „Zelle" wahrzunehmen ist, sind die zackigen Fortsätze auch bereits da."

diesen Ausdruck als richtigen betrachten) aber entsteht, weiss ich auch nicht anzugeben. Das ganze Bild gleicht dagegen jetzt oft in hohem Grade sehr jungem Bindegewebe, dessen Spältchen in der nunmehr kalkfreien, leimgebenden Grundsubstanz als lichte Räume erscheinen. — Bei einer meiner oft wiederholten hierher gehörigen Untersuchungen stiess ich auf eine Erscheinung, welche zu lehrreich war, als dass ich sie nicht erwähnen sollte. — Betrachtet man ein zartes Schnittchen eines Knochens eines älteren Individuums bei etwa 350facher Vergrösserung ohne Zusatz irgend einer Flüssigkeit, so erscheinen die Körperchen, und namentlich die Ausläufer derselben schwarz. Setzt man etwas Wasser zu, so werden die Ausläufer fast ganz unsichtbar und die äussere Begränzung der Körperchen erscheint als nur sehr zarte Contour. In einem solchen mit Wasser befeuchteten frischen Präparate drang nun bei Zusatz concentrirter Salzsäure eine Gasblase in das Lacunensystem (Virchow's Zellensystem) ein, verbreitete sich von Körperchen zu Körperchen mit grosser Raschheit, und in demselben Augenblick des Vordringens färbten sich, wie durch Injection, die sämmtlichen Knochenkanälchen (Ausläufer) schwarz. Durch diese schlagende Beobachtung war einmal auf das Klarste die Communication der Knochenkörperchen durch die Ausläufer erwiesen, und andererseits der entschiedenste Beweis geliefert, dass das schwarze Colorit Zeichen der Lufthaltigkeit derselben ist. Ferner muss ich bemerken, dass die Gasbläschen, so wie sie in das Körperchen eintraten, dasselbe ganz erfüllten, und von einem Kern nichts sichtbar war. — Nach und nach wirkte nun die Salzsäure stärker auf die Knochensubstanz ein. Der Kalk wurde gelöst, und gleichzeitig mit dieser Lösung trat allmählig der vollständigste Schwund aller Ausläufer unter dem Entweichen kleinster Gasbläschen ein, Beweis genug, dass keine besondere, durch Salzsäure unzerstörbare Wand der Ausläufer existirt. Denn sonst hätten die schwarzen Zeichnungen sicher bleiben müssen. Schliesslich blieb das Bild zurück, welches ich eben zuvor von dem mit Salzsäure behandelten, gesunden Knochen beschrieben habe. —

Für Virchow's Anschauungen günstigere Resultate erhielt ich an Kalbsknochen und embryonalen menschlichen Knochen; an den ersteren sofort bei Behandlung mit concentrirter Salzsäure, an den letzteren, nachdem dieselben lange Zeit in verdünnter Salzsäure gelegen. Hier fanden sich wirklich isolirte kleine Zellen; freilich ohne alle Ausläufer, aber doch wirkliche Zellen mit einem Kern. — Eine genaue Beobachtung lehrte mich jedoch, dass viele dieser Zellen dennoch nicht gänzlich isolirt waren, sondern dass ihnen noch ein Minimum von fein molekularer, weicher Grundsubstanz anhing.

Es waren ganz junge Knochenkörperchen, d. h. von etwas Grundsubstanz umgeben, scharf contourirte Höhlungen, in denen ein Kern lag. — Andere Zellen erschienen dagegen ganz isolirt. Ob sie aber wirklich Knochenkörperchen waren? In der Masse, welche mit Salzsäure behandelt wurde, waren junge Knochenmassen, verkalkte Knorpelgrundsubstanz, Knorpelzellen, sog. Markzellen (spätere Fettzellen), Blutkörperchen und junge Blutgefässelemente enthalten. Eben so gut, wie für junge Knochenkörperchen dürfte man die Zellen als Knorpelzellen oder auch als Markzellen ansprechen, und so wenig ich darüber zu entscheiden vermag, so wenig beweisend waren mir diese isolirten Zellen doch auch gegen meine vorgetragene Ansicht. — Ich wiederhole es, dass es mir niemals gelungen ist, eine sternförmige oder verästelte oder mit Ausläufern versehene Zelle, weder aus dem Knochen älterer, noch aus dem jüngerer Individuen zu isoliren. — Alle Untersuchungen haben mich vielmehr wieder zu der älteren Ansicht hingedrängt, dass die Knochenkörperchen und deren Ausläufer ein communicirendes System von Hohlräumen darstellen, welches nicht aus Zellen hervorgeht, sondern von Anfang an wirklich aus Hohlräumen feinster und gröberer Art, aus Spältchen, die sich ursprünglich um einen Kern herum bilden, besteht.

Etwas anders, hie und da aber auch wieder sehr ähnlich, wie bei den Schädelknochen, gestalten sich die Verhältnisse bei dem periostealen Dickenwachsthum der Knochen. — Zwischen dem festeren Theile des Periostes und der compacten Knochenrinde an Kalbsknochen (Rippen) habe ich mehrfach die trefflichsten Uebergänge von spindelförmigen, kernhaltigen Zellen zu wirklichem Knochen in folgender Weise beobachtet. Zunächst der inneren Schicht des Periosts finde ich eine grosse Anzahl spindelförmiger Zellen mit grossen Kernen (ganz ähnlich wie im Markschwamm, beim Embryo in der ersten Zeit seiner Entwicklung u. s. w.). Dieselben sind bald breiter, bald schmäler, selten scharf contourirt, enthalten aber immer den grossen, schönen Kern, der in der fein molekularen, trüben Inhaltsmasse eingebettet liegt (Fig. 19. a). — Das sind dieselben Zellen, aus denen unter Umständen in der oben (S. 376) beschriebenen Weise Bindegewebe hervorgehen kann. Ganz in derselben Weise wie bei der Formation dieses letzteren confluiren nun auch alsbald mehre dieser Zellen zu einem gleichmässig getrübten Blastem, in dem in unregelmässigen Abständen die Kerne vertheilt liegen (Fig. 19. b.). — Näher dem Knochen zu hat dieses Blastem bereits eine gewisse Festigkeit oder Zähigkeit, um die Kerne herum bemerkt man eine Lücke, eine Höhlung, und einen Schritt weiter,

so liegt das fertige Knochenkörperchen, und die von den Ausläufern durchsetzte ossificirende Grundsubstanz vor uns (Fig. 19. c.). — Die Abbildungen stellen diesen Entwickelungsgang so naturgetreu, als möglich dar. — Bei menschlichen Embryonen und Neugeborenen habe ich denselben bis dahin aber nicht in gleicher Weise verfolgen können. Ueber die bei diesen angestellten Beobachtungen vermag ich dagegen Folgendes beizubringen.

Macht man einen vertikalen oder schrägen Schnitt gegen die Längsachse eines Röhrenknochens eines Neugeborenen zu, einen Schnitt, welcher von der äussersten Gränze des Periostes bis in das fertige Knochengewebe hineingreift, so lassen sich an dem so erhaltenen Präparate — für das ich auch hier eine leichte Carmintränkung empfehle — folgende 5 Zonen sehr deutlich unterscheiden. Die äusserste Zone wird gebildet durch das aus festem Bindegewebe bestehende Periost, das sich in Nichts von gewöhnlichem Bindegewebe unterscheidet, an dessen innersten Lagen hie und da sich aber noch einzelne wohlerhaltene Kerne befinden (Fig. 21. a.). An diesen innern Lagen beginnt zugleich das Gewebe sich etwas zu lockern; die einzelnen Fasern liegen nicht so dicht gedrängt zusammen, und unmerklich gelangt man von ihnen in die zweite Zone. Diese zweite Zone besteht nun aus nichts Anderm, als sehr jungem Bindegewebe, d. h. aus einer sehr gleichförmigen Grundsubstanz, in welcher in ziemlich regelmässigen Abständen sich spindelförmige Körperchen (Lücken) befinden, die oft einen deutlich begränzten, oft einen undeutlich begränzten, in der Auflösung begriffenen, oft auch gar keinen Kern enthalten (Fig. 21. b.). — Wieder ohne scharfe Gränze folgt darauf die dritte Zone, die Verkalkungszone, wie ich sie nennen will. Dieselbe ist dadurch ausgezeichnet, dass die Grundsubstanz mit Kalkkörnchen imprägnirt und dadurch, ganz ähnlich wie die verkalkende Knorpelgrundsubstanz, eine dunklere Färbung erhält. Diese Imprägnation erfolgt aber keineswegs ganz gleichmässig durch die ganze Grundsubstanz, sondern in bestimmten Zügen, und es entsteht dadurch ein Netz von verkalkter Masse, ganz ähnlich wieder wie beim verkalkenden Knorpel (Fig. 21. c.). — Das Bild der vierten Zone ist dem der dritten sehr ähnlich; es unterscheidet sich nur dadurch von demselben, dass die Verkalkungsringe mächtiger werden, zum Theil confluiren und grössere Höhlungen bilden, in denen nun die spindelförmigen (noch immer zum Theil kerntragenden) Körperchen in ihrer Grundsubstanz enthalten sind (Fig. 21. d.).— Endlich folgt die fünfte Zone und in ihr beginnt nun von den Kalkringen aus die wahre Ossification, unter Schwund der Kalkringe selbst, ein Vorgang, welcher wiederum ganz in ähnlicher Weise erfolgt wie beim ossificirenden Knorpel. — Die Grundsubstanz wird

zunächst in nächster Nähe der Kalkringe glänzend weiss, die spindelförmigen oder ovalen, oder schon eckigen Körperchen (Lücken) zeigen Ausläufer, Kerne findet man nur selten in ihnen, kurz das Bild des jungen Knochens ist fertig. — Ich entlehne diese Beschreibung sowie die Abbildung einem seit einem Jahre conservirten und noch immer sehr schön erhaltenen Präparate von dem Femur eines Neugeborenen, und dass sich bei diesen die periostcale Knochenbildung in dieser Weise verhält, liegt ausser aller Frage. — Es fragt sich jedoch, ob dieser Wachsthumstypus späterhin nicht immer ähnlicher dem an den Kopfknochen geschilderten wird, so dass die mannigfachen Aehnlichkeiten mit den Ossificationsvorgängen am Knochenknorpel alsdann hinwegfallen. —

Was endlich die Ossification des Knochenknorpels anbetrifft, so ist darüber in letzterer Zeit so viel discutirt, dass es schwierig ist, sich durch die Menge widersprechender Anschauungen hindurchzuwinden. Ich kann mich, ohne die Gränzen dieser Arbeit zu überschreiten, hier nicht auf eine Darstellung dieser verschiedenen Ansichten einlassen. Ein wesentlicher Fortschritt in der so schwierigen Erkenntniss der hier in Frage stehenden Vorgänge ist durch die zuerst (wenn ich nicht irre) von H. Müller festgestellte Thatsache gegeben, dass der eigentliche Ossificationsprocess eingeleitet wird durch eine Verkalkung der Grundsubstanz des Knorpels und ein allmähliger Schwund dieser verkalkten Grundsubstanz mit der Entwicklung des Knochens selbst zusammenfällt, eine Ansicht, die neuerdings wohl von allen Histologen als richtig anerkannt wird. In Betreff der Bildung der Knochensubstanz selbst, der Aufnahme von Zellen mit Ausläufern in die ossificirende Grundsubstanz und deren Kanälchen (cf. l. c. pag. 166) kann ich aber mit H. Müller's Darstellung nicht übereinstimmen. — Die Schwierigkeit der Untersuchung ist hier wesentlich dadurch bedingt, dass man zum Theil mit mehr weniger festen, zum Theil mit äusserst weichen Massen zu thun hat, und dass bei irgend welchen Schnitten die letzteren in der Regel aus ihren festen Umgebungen oder Wandungen herausgerissen werden. Dadurch entstehen sehr leicht irrthümliche Anschauungen über den Zusammenhang der gesammten Bildungsverhältnisse. — Die klarsten Bilder habe ich an embryonalen Knochen oder solchen Neugeborenen erhalten, die Monate lang in verdünnter Salzsäure gelegen hatten, und diese Bilder, zusammengehalten mit denjenigen, welche man durch Behandlung mit Salzsäure oder Essigsäure an frischen Knochen erhalten kann, haben mich zu den folgenden Anschauungen hingeführt.

Was einem Jeden bei Betrachtung eines Ossificationspunktes in einem Knorpel zunächst auffallen muss, ist die blutrothe Farbe des-

selben. Wir dürfen daraus mit Sicherheit schliessen, dass Blut- und Blutgefässentwicklung mit der Ossification des Knorpels coincidiren, und wenn sich an den Kopfknochen die Abhängigkeit der letzteren von der ersteren mit grösster Wahrscheinlichkeit nachweisen lässt, so dürfen wir auch beim Knorpel ein ähnliches Verhältniss statuiren. — Durch die Entwicklung eines reichen Ernährungsstromes scheint überall der Ossificationsvorgang im Knorpel eingeleitet zu werden. Die Folgen seines Eintritts in den Knorpel liegen sofort auch klar zu Tage.

Zunächst sehen wir in der Nähe des Ossificationspunktes die Grundsubstanz des Knorpels eine gelbliche Farbe annehmen, während sie weiter entfernt davon weiss oder weisslich-grau erscheint; noch näher gegen den Ossificationspunkt zu wird sie anfänglich leicht, dann immer stärker, und schliesslich so stark getrübt, dass sie fast schwärzlich grau-gelb erscheint, — der Vorgang der Verkalkung, von dem so eben die Rede war, ein Vorgang, für dessen Zustandekommen die reiche Tränkung des ganzen Knorpels mit Ernährungsflüssigkeit eben von der entschiedensten Bedeutung ist (Fig. 20. a.). — Derselbe Ernährungsstrom dringt aber auch in die Knorpelkapseln und deren Inhalt ein, und bedingt er in einiger Entfernung vom Ossificationspunkte die reiche Wucherung der sog. Knorpelzellen, so scheint er in nächster Nähe desselben insonderheit ein Wachsthum derselben, eine Zunahme oder Quellung der den Zellenkern umhüllenden Masse herbeizuführen. Nirgends im Knorpel finden sich „Knorpelzellen" von so bedeutender Grösse, als eben hier, und ein Vergleich ergiebt sofort, dass der aus einer einzigen umkapselten „Knorpelzelle" hervorgegangene Heerd von Zellen in einiger Entfernung vom Ossificationspunkte einen bei Weitem geringeren Raum einnimmt, als in nächster Nähe desselben, ein Verhältniss, welches nicht etwa durch Zunahme der Zahl der Zellen, sondern nur durch Zunahme des Umfanges der schon bestehenden Zellen herbeigeführt wird. — Ein jeder dieser Knorpelzellenheerde (deren Umfang also auf Kosten der Grundsubstanz zunimmt) ist durch secundäre Kapselwände in eben so viel einzelne Fächer abgetheilt, als „Zellen" darin enthalten sind, und von der ursprünglichen einen Kapsel nunmehr als einer gemeinschaftlichen Kapselwand umgeben (Fig. 20.). — Ich erwähnte bereits oben, dass man die schönen grossen kernhaltigen „Knorpelzellen" durch concentrirte Kochsalzlösungen zur Schrumpfung veranlassen kann, und dass sie auf Zusatz von Wasser wieder aufquellen. In Anbetracht nun, dass in einiger Entfernung vom Ossificationspunkte fast sämmtliche „Knorpelzellen" geschrumpft erscheinen, in nächster Nähe desselben aber sehr viele dieser Zellen die bezeichnete Ausdehnung besitzen, müs-

sen wir eben schliessen, dass an diesem letzteren Orte wirklich eine Quellung der Inhaltsmassen der Knorpelkapseln Statt habe; und diese Lockerung oder Erweichung der Massen, welcher eine Quellung (Erweichung) der secundären und primären Kapselwände zur Seite geht, ist das nothwendige präparatorische Stadium für die weiteren Bildungsvorgänge. —

Es ist nicht schwer und oft schon ohne jede Behandlung des Präparates zu constatiren, dass die Erweichung an den Kapselwänden thatsächlich statt hat. Sie schwinden eben, und der gesammte Inhalt der vielen Fächer eines Knorpelzellenheerdes confluirt, während die gemeinschaftliche Wand dieses Heerdes jetzt von der verkalkten gelbgrauen oder schwärzlich-graugelben Grundsubstanz und einem Reste der gemeinschaftlichen Kapselwand gebildet wird. Sehr rasch und bald erhält dieser Rest der Kapselwand eine glänzende, weisse Färbung; er ist bereits durch wirkliche Knochen-Grundsubstanz vertreten, und ich habe keinen Zweifel, dass dieser erste Knochenrand der Knorpelzellenheerde durch eine Aufnahme von Kalk in die ursprüngliche gemeinschaftliche Wand desselben entsteht. — Diese Wand bildet eben ossificirende Grundsubstanz und zwar ebensowohl, wie die eingeschmolzenen (erweichten) secundären Knorpelkapselwände dieselbe im Innern des Knorpelzellenheerdes bilden helfen. — Eingeschlossen in die erste zarte Knochenwand haben wir jetzt die Masse der eben genannten erweichten secundären Kapselwände und die „Knorpelzellen" selbst. Aus dem Knorpelzellenheerd ist ein Knochenbildungsheerd hervorgegangen (s. Fig. 23.). Die Vorgänge an dessen Inhalt sind sehr schwierig zu verfolgen. Was ich mit Bestimmtheit anzugeben vermag, ist das, dass man die „Knorpelzellen", die nicht mehr so gross erscheinen, als in den Knorpelkapseln, mehr oder weniger dicht zusammenliegen sieht; dass sie oft noch mit grösster Deutlichkeit den schönen, runden Kern erkennen lassen, dass sich aber auch hier eine bestimmte äussere Begränzung (Zellwand) nicht an ihnen wahrnehmen lässt. Es sieht vielmehr aus, wie wenn sich kernhaltige rundliche Bildungskugeln zusammengelagert hätten, die früher von einander getrennt, sich jezt zum Confluiren anschicken. Und dieses Confluiren hat thatsächlich Statt. Denn alsbald verwischen sich die Gränzen dieser Blastemkugeln, und in einer ziemlich gleichförmig, molekular getrübten Grundmasse liegen die Kerne in unregelmässigen Abständen zerstreut. — Bis dahin hat nun, so weit meine Erfahrung reicht, keine Vermehrung durch Theilung der Kerne, oder gar der ganzen Blastemkugeln (= Knorpelzellen) statt gehabt; der Kern erscheint dagegen etwas kleiner und dunkler als zuvor. Ob nun aber jetzt ein Stadium folgt, in dem sich die Kerne durch

Theilung vermehren, — wie es Aeby u. A. bestimmt behaupten —, vermag ich nicht mit Gewissheit anzugeben. In einigen Knochenbildungsheerden hat eine solche Vermehrung ganz gewiss nicht Statt; denn ich verfolge dieselbe fast bis zur vollständigen Erstarrung der Grundsubstanz hin, ohne auf solche Vermehrungen zu stossen. In andern Heerden kommt aber allerdings, wie mir scheint, die Vermehrung vor, und dies scheinen mir eben jene Heerde zu sein, die nicht vollständig ossificiren, in denen vielmehr ein blutgefässtragender Markraum angelegt und ausgebildet wird. Nicht aber, dass es hier bei der Kerntheilung stehen bleibt, es entwickeln sich vielmehr diese Kerne zum Theil durch Attraction einer geringen Menge von Substanz zu Zellen, und diese Zellen scheinen es mir namentlich zu sein, von denen ich oben sagte, dass man sie zu isoliren vermöge. — Und von diesen Knochenbildungsheerden, in denen eine solche Zellenentwickelung Statt hat, scheint mir eben das zu gelten, was H. Müller für die Knorpelzellenheerde im Allgemeinen statuirt; sie confluiren an einer oder der andern Stelle, sie treten in offene Communication, ein Vorgang, der für die Entwicklung der Markräume von der grössten Bedeutung ist. —

Ich möchte also jetzt zwei Arten von Knochenbildungsheerden unterscheiden. Die einen treten in Communication, die andern (meistens kleineren) bleiben vorläufig isolirt, von ihrer zarten Knochenwand umgeben; jene sind es, in denen es zur centralen Blutgefässentwicklung kommt, während in diesen der gesammte Inhalt ossificirt, um später dann durch die Knochenkanälchen mit den ersteren, den blutgefässtragenden Heerden, in Verbindung zu treten, um mit andern Worten Zugang zu der Quelle der Ernährung, zu dem Blutgefäss, zu erhalten. —

Verfolgen wir nun die Bildungsvorgänge in beiden diesen Heerden besonders, so findet in den ersteren ein ganz ähnlicher Vorgang Statt, wie an den Kopfknochen (Fig. 18.). — Die Bildungsheerde sind erfüllt mit einem kernhaltigen Blastem, und, was hier eigenthümlich ist, gleichzeitig mit kleinen Zellen. — Während sich aus diesen Elementarbestandtheilen aber an der Peripherie des Bildungsheerdes ganz nach dem auf pag. 414 gegebenen Schema Knochen entwickelt, entwickelt sich in seinem Centrum aus den kleinen Zellen und dem kernhaltigen Blastem der Markraum, mit Blutkörperchen, Bindegewebshülle oder Gefässwand und Markzellen, eine Bildung, auf welche wieder durchaus dasjenige anzuwenden ist, was Reichert über die Entwicklung der Blutgefässe zuerst angegeben hat (s. o. Anmerkung. S. 413). — Es ist ausserordentlich schwierig, sich von diesen Verhältnissen an einem Präparate bestimmt zu überzeugen, da in der grössten Mehrzahl der Fälle bei

der Präparation die ganze centrale Masse dieser Bildungsheerde aus ihrer Höhlung herausfällt oder mit dem Messer herausgezerrt wird. Durch Combination verschiedener Bilder verschiedener möglichst gut gelungener Schnitte bin ich jedoch zu dieser Anschauung des Bildungsvorganges hingedrängt, und erblickt man in der Peripherie der Heerde oft schon deutlich junge Knochenkörperchen, in dem Centrum dagegen bald einzelne Markzellen, bald rothe Blutkörperchen, bald junge Bindegewebsmassen, bald farblose Blutzellen, so kann man nicht anders, als zu dem obigen Schluss gelangen. — In der zweiten Reihe der Bildungsheerde sind die Vorgänge viel einfacher. Hier entsteht zunächst aus dem kernhaltigen Blastem (dem endlichen Produkte der confluirten „Knorpelzellen" und der erweichten secundären Knorpelkapseln), ein Gewebe, das sich kaum von ganz jungem Bindegewebe unterscheiden lässt. In einer ziemlich stark getrübten, fein molekularen, leicht streifigen Grundsubstanz erblickt man kleine liehte Hohlräume oder Spältchen, in jedem dieser Spältchen liegt ein ovaler oder spindelförmig gestalteter Kern (Fig. 18. b.). — Die Grundsubstanz nimmt mehr und mehr Kalk u. s. w. auf, sie wird aufgehellt, die Spältchen bekommen eine, anfangs nicht vorhandene, scharfe Contour (Fig. 18. c.) und mit dem Auftreten zackiger Ausbuchtungen an ihnen treten sofort auch die feinen Knochenkanälchen (Ausläufer) an ihnen auf (Fig. 18. d.). — Der Kern bleibt dabei bald länger, bald weniger lange Zeit sichtbar. Schliesslich scheint er aber und vielleicht überall zu Grunde zu gehen, ganz ähnlich, wie dies im fibrillären Bindegewebe der Fall ist (Fig. 18. e.).

Während nun diese Vorgänge an den Knochenbildungsheerden ablaufen, schwindet die dieselben zum Theil noch immer trennende verkalkte, gelblich-graue Knorpelgrundsubstanz mehr und mehr. Es restiren bald nur noch sehr schmale Streifen derselben und schliesslich treten die zarten, hellglänzenden Knochenwände der Knochenbildungsheerde unmittelbar zusammen. — Daraus, dass dieses geschieht, müssen wir schliessen, dass die jungen Knochen bis zu dieser Zeit hin noch immer eine gewisse Weichheit und Ausdehnungsfähigkeit besitzen und erst dann, wenn die verschiedenen Knochenbildungsheerde unmittelbar zusammenstossen und eine bestimmte Anordnung oder Richtung zu einander eingenommen haben, scheint die vollständige Erhärtung zu erfolgen.

Die grosse, ja fast vollkommene Uebereinstimmung zwischen dem Bildungsvorgange der secundären Knochen und dem der knorpelig vorgebildeten kann nach allem diesen keinem Zweifel unterliegen. Auf ein Verhältniss möchte ich dabei noch besonders aufmerksam machen. Die erste Ossification erfolgt bei den Knopfknochen

ohne Frage in der weitesten Entfernung von dem sich gleichzeitig entwickelnden Blutgefässe, wie ich dies oben näher beschrieben habe. Ganz dasselbe scheint aber in der That bei dem ossificirenden Knorpel Statt zu haben. — In jenen Knochenbildungsheerden nämlich, in denen keine Blutgefässbildung erfolgt, finden wir die Anordnung der Knochenkörperchen oft ganz in derselben Weise, wie die Anordnung der Knorpelzellenkerne in den eben aus der Confluenz der Knorpelzellenheerde hervorgegangenen Massen (Fig. 23.); ja es bleiben oft durch zarte Zeichnung in der offenbar schon leicht erhärteten Grundsubstanz die Gränzen der die Kerne ursprünglich umhüllenden Blastemkugeln noch angedeutet und sichtbar. Es erhalten sich hier ferner die rundlichen Ausbuchtungen der gemeinschaftlichen Kapselwand des ursprünglichen Knorpelzellenheerdes, wie sie durch die einzelnen „Knorpelzellen" bedingt waren, und Alles dieses scheint mir auf eine frühzeitige Erhärtung der Grundsubstanz hinzudeuten. In den Gefässe entwickelnden Knochenbildungsheerden ist das Centrum dagegen stets von einer ungeordneten Masse gebildet, und die Ossification der peripherischen Schicht erscheint auch nicht sowohl durch directe Erstarrung des kernhaltigen Blastems, als vielmehr nach vorgängiger Verschiebung oder Richtung desselben in concentrischen Schichten zu erfolgen. — Jedenfalls existiren hier Unterschiede in dem Alter der einzelnen Ossificationen, und je näher dem Blutgefässe, um so später scheinen dieselben Platz zu greifen. — Wenn wir aber, wie es H. Müller so sehr richtig abgebildet hat (Tab. IX. Fig. 1.), an der dem Centrum des Knochenbildungsheerdes zugewandten Ossificationsschicht hie und da nur eine halbe Wand eines Knochenkörperchens finden, so liegt darin eben der schönste Beweis für die von der Peripherie gegen das Centrum der einzelnen Bildungsheerde vorschreitenden Ossification. Hier lag ein Kern in der einerseits schon zackigen und vollkommen erhärteten, andrerseits aber noch sehr weichen Höhlung der Grundsubstanz, und dass solche Hälften zur Anschauung kommen, beweist vielleicht am meisten gegen Virchow's Ansicht, dass die äussere Wand des Knochenkörperchens die Wand einer Zelle sei. Denn schwerlich dürfte eine Zelle in zwei gleiche Hälften zerrissen werden., und die Ansicht von H. Müller, dass wirkliche Zellen mit Ausläufern in sternförmigen Lücken der Knochengrundsubstanz und deren Kanälchen darin liegen, theilt Virchow bekanntlich nicht. — Eine aufmerksame Betrachtung meiner beigefügten Zeichnung wird das Verständniss dieser Beschreibungen des Entwicklungsganges des Knochens unterstützen, und auch hier wird es wiederum leicht erkannt werden, dass ich gegenüber der Nicht-Identität von Knorpel- und Bindegewebe, Bindegewebe und Kno-

chen vom histologischen Standpunkte aus als durchaus identisch betrachte. —

Ich schliesse hiemit für diesmal meine schon über Wunsch ausgedehnte Mittheilung ab und lege dieselbe meinen Fachgenossen nicht anders als mit aller Anspruchslosigkeit vor. — In vielen Punkten stimme ich wesentlich, wie man ersehen wird, mit Henle und Baur überein, während ich von den Anschauungen Virchow's in der Mehrzahl der Beobachtungen abweiche. — Auf welche Seite sich die Mehrzahl der Histologen in einem Decennium gestellt haben wird, müssen wir abwarten; denn so gross und Achtung gebietend auch gegenwärtig die Majorität auf Virchow's Seite ist, der Abend des Tages, soviel scheint gewiss, ist noch nicht da. — Sollten aber die von mir aufgestellten Gesichtspunkte Bestätigung finden, so würde sich in der That in der ganzen Bindegewebslehre dieselbe Einfachheit herausstellen, durch welche alle richtig erkannten Naturerscheinungen unsere Bewunderung erregen. — Embryonale Bildungskugeln überall der Ausgangspunkt; ein kernhaltiges Blastem ohne Sonderung in bestimmte kugelförmige Massen ihr erstes Derivat; Differenziirung neu zufliessender indifferenter Ernährungsflüssigkeit durch Wucherung der präexistirenden Kerne, und darnach fortwährende Massenzunahme des ersten kernhaltigen Blastems. — In der Grundsubstanz jetzt weitere Bildungsvorgänge, entweder mit Untergang oder mit Persistenz der Kerne, oder auch selbst mit Neubildung kugliger Umhüllungsmassen um diese. Kapselförmige Verdichtung um die Kerne herum, fibrilläre Spaltung und Erhärtung zu elastischer Substanz, und später meistens Untergang der in Lücken eingeschlossenen Kerne im fibrillären Bindegewebe; Homogenität und kapselförmige Verdichtung um persistirende Kerne und diesen sich anlagernde Umhüllungsmassen im Knorpel; kapselförmige Verdichtung um die Kerne herum, Ossification bis auf feinste Kanälchen um die die Kerne einschliessenden Lücken, bei Persistenz dieser und Untergang jener, im Knochen. — Der Knorpel dabei ein zum Theil transitorisches Gebilde, wesentlich bestimmt eine Quantität kernhaltigen Blastems zu conserviren und aufzuspeichern, wahre Ossification aber stets coincidirend mit Blutgefässentwicklung und Zufuhr einer sehr reichlichen Ernährungsflüssigkeit zu dem kernhaltigen Blastem oder Bindegewebe auf jüngster Stufe seiner Entwicklung. —

Prüfe ein Jeder, unbeirrt durch fremde Darstellungen, selbst. Nicht der Einzelne, nicht eine Majorität, nur die Uebereinstimmung Aller giebt uns die Bürgschaft für die Richtigkeit einer naturwissenschaftlichen Erkenntniss.

Erklärung der Abbildungen.

(Wo sich keine besondere Angabe findet, ist die Vergrösserung $^1/_{300}$—$^1/_{350}$.)

Fig. 1. Fibrilläres Bindegewebe aus dem Tendo Achillis eines Erwachsenen ohne jede Behandlung (Längsschnitt).

Fig. 2. Dasselbe nach $^1/_2$stündiger Einwirkung verdünnter Essigsäure.

Fig. 3 Dasselbe nach $^1/_4$stündigem Kochen.

Fig. 4. Querschnitt aus dem Tendo Achillis des Erwachsenen ohne Behandlung.

Fig. 5. Derselbe Querschnitt nach $^1/_4$stündiger Einwirkung von verdünnter Essigsäure.

Fig. 6. a. b. c. d. e. Entwicklung des Bindegewebsgerüstes im Medullarcarcinom aus einzelnen Zellen durch Zerfaserung derselben u. s. w. mit Untergang des Kernes.

Fig. 7. Copie einer von Virchow gezeichneten zerfasernden Carcinom-Zelle (dessen Archiv. Bd. I.).

Fig. 8. Entwicklung des Bindegewebes aus kernhaltigem Blastem in einer frischen Pacchionischen Granulation.
a. Kernhaltiges Blastem (mit Essigsäure behandelt).
b. Entwicklung des jungen Bindegewebes aus demselben.
c. Entwicklungsgeschichte des „Bindegewebskörperchens."

Fig. 9. Cornea eines 7monatlichen Foetus mit Essigsäure behandelt.

Fig. 10. Unterhautbindegewebe (areoläres Bindegewebe) aus der Unterhaut eines Erwachsenen (ohne Behandlung).

Fig. 11. u. 12. Entwicklung des areolären Bindegewebes aus einem kernhaltigen Blastem, welches durch acute Peritonitis erzeugt war und sich bereits zu sehr zarten Pseudomembranen gestaltet hatte.

Fig. 13. Fibrilläres Bindegewebe und areoläres elastisches Gewebe (in dem die Kerne zum Theil persistiren) aus einer Epulis.

Fig. 14. Nabelstrang. Eigentliche Substanz desselben mit verdünnter Essigsäure behandelt.

Fig. 15. Uebergangsstelle des knorpeligen Caput femoris eines Neugeborenen in das Ligam. teres.
a. Kernhaltiges Blastem und ganz junges Bindegewebe.
b. Entwickelung der eingekapselten „Knorpelkörperchen oder Knorpelzellen" aus den noch kernhaltigen „Bindegewebskörperchen."
c. Weiterer Fortgang der Entwicklung und beginnende Theilungen der „Knorpelzellen" und deren Kapseln.

Fig. 16. Knorpelkapseln und deren Inhalt auf allen Stufen der Entwicklung von Neugeborenen ($^1/_{350}$—$^1/_{750}$ Vergrösserung).

a. Ein einzelner Kern im kernhaltigen Blastem, wie solches in den Knorpelkanälchen und an der äussersten Peripherie der Knochenknorpel vorkommt.

b. Erste Kapselanlage um den Kern.

c. c. Die schon bestimmt contourirte Kapsel ist von einem runden Kerne und einer Umhüllungsmasse desselben ausgefüllt.

d. Die Kapsel ist spindelförmig ausgezogen.

e. e. Die Kapsel nimmt an Umfang zu. Zwischen der Umhüllungsmasse des Kerns und der dunklen Kapselcontour erscheint ein lichter Raum. In der Umhüllungsmasse selbst treten 1—2 kleinste Fetttröpfchen auf.

f. f. f. Dasselbe in etwas vorgerückterem Stadium.

g. g. In den Knorpelkapseln erscheint das Bild der fertigen „Knorpelzelle" mit äusserer Wand (?), Inhalt und Kern.

h. h. h. h. Theilungen von Knorpelzellen und Kapseln. — In dreien der aus der Theilung hervorgegangenen Massen sucht man vergeblich nach einem Kern. Es finden sich nur 3—4 Fetttröpfchen.

i. i. Zwei Knorpelzellen mit Kern aus einem Kalbsknorpel. Die dunklere Contour, die weder lediglich durch die Zelle, noch lediglich durch die Kapsel hervorgebracht wird, ist von einem lichten Saum umzogen.

k. Zwei leere Knorpelkapseln.

l. Eine isolirte „Knorpelzelle" aus demselben Kalbsknorpel, aus dem die Zeichnung sub i. i. genommen.

Fig. 17. Ossificirende Kopfhaube eines 16wöchentlichen Kindes, welches an spina bifida u. hydrocephalus internus zu Grunde ging, bei 80facher Vergrösserung. — (Vgl. den Text pag. 413).

Fig. 18. Ein Theil desselben Präparates bei 300facher Vergrösserung.

a. b. c. d. e. Entwicklungsgeschichte des „Knochenkörperchens" vom kernhaltigen Blastem aus.

Fig. 19. Periosteales Knochenwachsthum an der Rippe eines Kalbes.

a. Spindelförmige, nichts weniger als scharf contourirte, kernhaltige Zellen, von der innern Schicht des Periosts.

b. Confluenz der Zellen und Herstellung eines kernhaltigen Blastems.

c. Junger Knochen mit noch kernhaltigem „Knochenkörperchen."

Fig. 20. Knorpelzellenheerd aus dem Caput femoris eines dreitägigen Kindes in der verkalkten Knorpelgrundsubstanz (a). In den verschiedenen Fächern des Heerdes sind 7 grosse, kernhaltige, ihre Kapsel ganz ausfüllende Zellen und 6 geschrumpfte derartige Zellen sichtbar. — Aus nächster Nähe des Ossificationspunktes.

Fig 21. Periosteales Knochenwachsthum der Diaphyse des femur eines dreitägigen Kindes.

a. Periost.

b. Kernhaltige und nicht kernhaltige durch Zunahme der Grundsubstanz von einander getrennte „Bindegewebskörperchen."

c. Beginnende Verkalkung der Grundsubstanz.

d. Beginnende wirkliche Ossification.

Fig. 22. Stück eines durch Usur atrophisch gewordenen Knochens. Die Contouren der Knochenkörperchen und der Knochenkanälchen werden von a. gegen b. u. c. zu immer undeutlicher, sie schwinden schliesslich fast gänzlich. — Die Grundsubstanz, anfangs leicht gestreift und glänzend, wird körnig getrübt und rissig. Dasselbe Bild erhielt ich bei Behandlung von Knochenbälkchen aus cariösen Knochen mit concentrirter Salzsäure. —

Fig. 23. Knochenbildungsheerde in dem Ossificationspunkte des Caput femoris eines dreitägigen Kindes, hervorgehend aus den Knorpelzellenheerden (Fig 20.) Nach Behandlung mit verdünnter Salzsäure.

a. Verkalkte Knorpelgrundsubstanz.

b. b. Zwei in Communication getretene Knorpelzellenheerde. An der Peripherie beginnende wirkliche Ossification. Am Inhalt lassen sich noch die kernhaltigen Bildungskugeln („Knorpelzellen") als leicht gegen einander abgegränzt erkennen, ohne dass jedoch das Bild wirklicher Zellenwände vorhanden wäre. Die weiche Zwischenmasse zwischen den Bildungskugeln ist die durch Erweichung der secundären Knorpelkapseln entstehende Masse.

Bei c. ein junges Knochenkörperchen mit scharfer äusserer Contour (festgewordene Wand der Höhle) und einem Kernrest.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

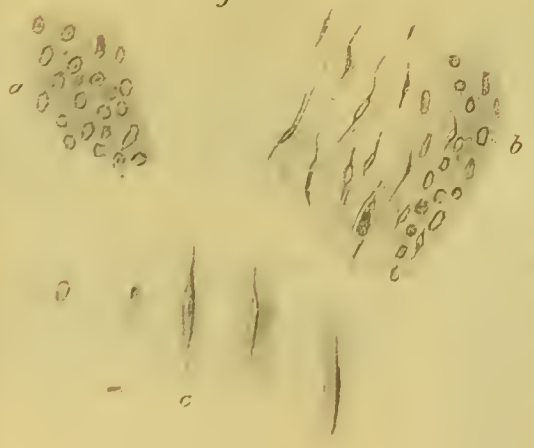


Fig. 9.

Fig. 10.

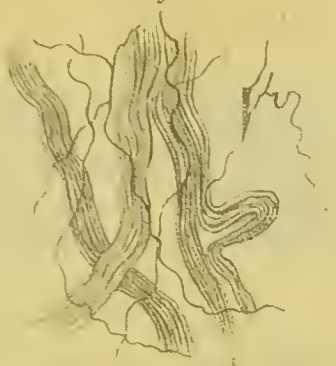


Fig. 11.

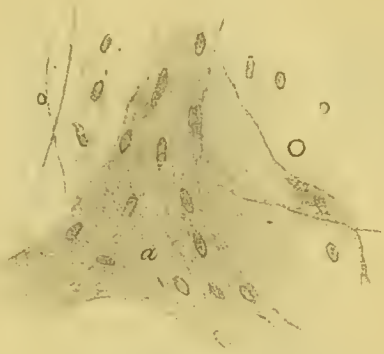


Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 17.

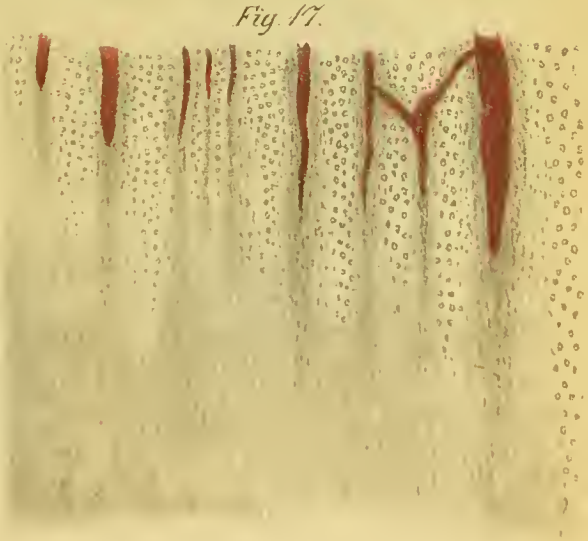


Fig. 18.

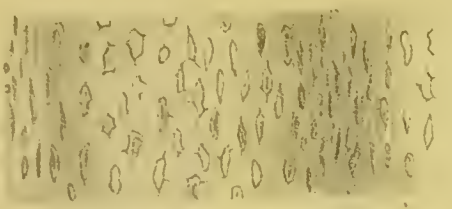
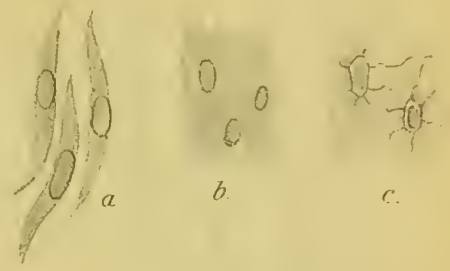


Fig. 19.



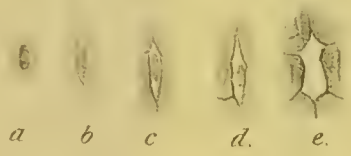


Fig. 21.

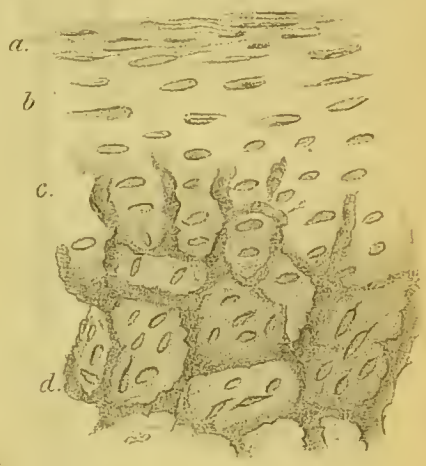


Fig. 20.

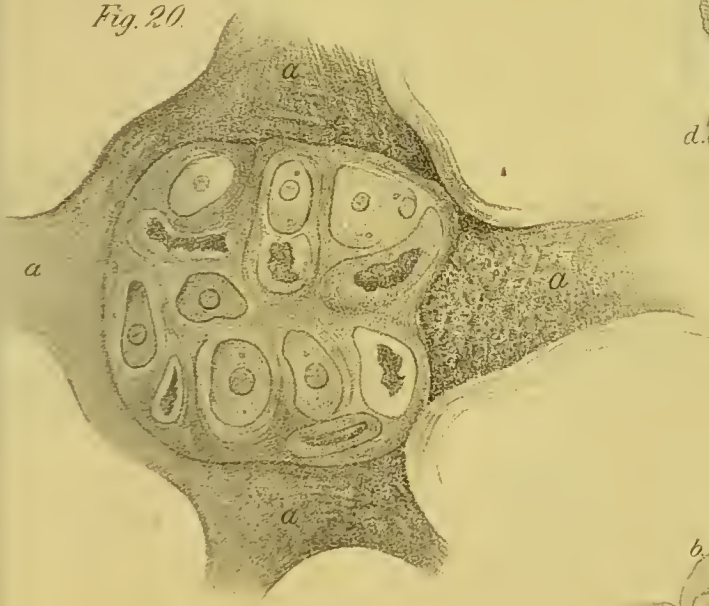


Fig. 23.

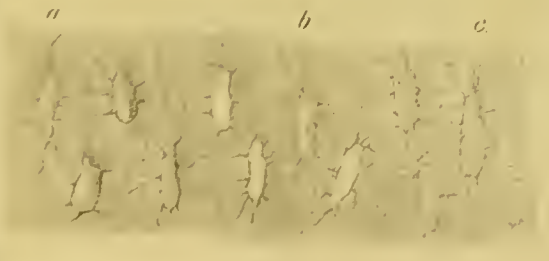


Fig. 22.